UA 1335 S

Astr 8502.66.2

GIFT OF

HARVARD COLLEGE OBSERVATORY

HARVARD COLLEGE LIBRARY

Digitized by Google

DIE

SONNE

UND DIE

ASTRONOMIE.

VON

K. NAGY

DER UNGARISCHEN ACADEMIE DER WISSENSCHAFTEN, DER AMERIKANISCHEN PHILOSOPHISCHEN GESELLSCHAFT ETC. MITGLIEDE.

LEIPZIG.

F. A. BROCKHAUS.

1866.

Digitized by Google

Astr 8508.66.2

√

HARVARD UNIVERSITY
LIBRARY
APR 12 1979

77 + 123

PRESERVATION MASTER
AT HARVARD

1446
3

Digitized by Google

VORWORT.

Wir haben in einer kleinen, mehreren gelehrten Academien mitgetheilten Schrift *) bemerkt, dass das System von Copernik, welches wie bekannt, auf die Unbeweglichkeit der Sonne gegründet ist, von dem Augenblick an, als die wirkliche, die eigene Bewegung der Sonne erkannt wurde, als abolirt zu betrachten war, so wie alle auf dieses System gebauten oder aus ihm abgeleiteten Gesetze und Theorien als erloschen anzusehen sind.

Diese Thatsache ist an sich klar, sie ist aber zu einfach, um alsogleich begriffen zu werden, und dies mag der Grund sein, warum die Astronomen anderer Meinung sind. Sie sagen nämlich einstimmig, dass Copernik's System mit der Sonnenbewegung sich sehr gut verträgt.

Würden die Astronomen ihre Meinung, ihren Glauben für sich behalten, oder diese der Welt als Solche geben, so hätte wohl Niemand etwas dagegen einzuwenden; sie geben aber ihre Meinung — in Schrift und Sprache — als ein positives Wissen, sie geben ihre Ansichten als unwiderlegbare Wahrheiten, und dies ändert die Sachlage; denn man kann die Wissenschaft nicht als ein von der Imagination ins Schlepptau genommenes Lastschiff betrachten.

Copernik, Kepler und Newton haben System und Gesetze in der Voraussetzung einer fixen Sonne aufgestellt; diese sind von den Astronomen angenommen worden. Es ist ein Jahrhundert verflossen, seitdem die Eigenbewegung dieses wundervollen Weltkörpers bekannt ist, und die heutigen Astronomen lehren in den Schulen und in den Büchern, dass die Sonne sich wohl bewegt,

*) Mémoire sur le Système Solaire etc. Paris 1862.

Digitized by Google

dabei aber dennoch fix ist. Dass die Astronomen nie wussten, was sie aus der Sonnenbewegung machen sollen, dass sie bis heute noch kein Phänomen entdeckt haben, welches die Bewegung der Sonne direct und so anzeigt wie sie es wünschen, daraus folgt nicht, dass Copernik's System unerschütterlich fest stehen müsse, es folgt aber augenfällig, dass die Astronomen ihre eigenen Beobachtungen entweder nicht verstehen oder nicht verstehen wollen. Beide Fälle sind schlimm, einer derselben muss jedoch Statt haben, denn sonst hätten sie die deutlichsten Phänomene der Sonnenbewegung nicht imaginären Ursachen zugeschrieben.

Bedenken wir, dass der Satz: „*Ein Körper kann sich im freien Raume bewegen und zugleich nicht bewegen,*“ ein unvernünftiger Satz ist, so können wir nicht voraussetzen, dass denselben ein Astronom aufstellen und zu beweisen trachten wird. Und dennoch sagen die Astronomen, dass die Sonne in Bezug auf die Planeten fix ist, und dass man, um ihre Bewegung in Betracht zu ziehen, sie unter die Fixsterne zu reihen hat. Sie stellen somit auf, dass die Sonne als deren Chef die Planeten im Weltraume mit sich führt, dass folglich das ganze System sich bewegt, dabei aber die Sonne in Bezug auf ihr System unbeweglich ist; das heisst, dort wo sie sich wirklich bewegt als fix betrachtet werden muss, macht man sie aber zu einem Fixstern, also in der Wirklichkeit fix, so kann man sie in ihrer Bewegung betrachten.

Aus dieser Verwirrung des Gedankens könnte man schliessen, dass die astronomische Theorie in eine unhaltbare, in eine mit dem Geiste der Wissenschaft unverträgliche Position gerathen ist und daher trachten müsse, so bald wie möglich in eine bessere zu kommen. Sie hätte demnach die Sonnenbewegung mit allen ihren unausweichlichen Folgen, entweder als Thatsache ohne Rückhalt zu erkennen, oder diese gänzlich abzuläugnen und für eine absurde Fabel zu erklären. Im ersten Falle ist von dem System des Copernik und von den darauf basirten Theorien keine Rede mehr, im zweiten von dem astronomischen Wissen — gar nicht mehr zu sprechen. Von dieser Alternative wollen die Astronomen nichts wissen, sie haben unwiederruflich entschieden, dass die Sonne sich bewegen und zugleich fix sein soll. Sie sagen unter andern z. B.: „*Das System Copernik's ist das einzig mögliche, die*

Digitized by Google

ewige Grundlage aller weiteren Fortschritte der Astronomie; ohne dasselbe müssen wir auf jede Erklärung, wie auf jede wissenschaftlich begründete Vorherbestimmung gänzlich verzichten. Jeder wird einsehen, dass ein Astronom der Gegenwart auf kein anderes System und wäre auch nur versuchsweise eingehen kann etc. etc. *)

Wenn nun aus der Sonnenbewegung hervorgeht, dass diese — übrigens lobenswerthe — entschlossene Zuversicht der Astronomen eine Illusion ist, wenn die sich bewegende Sonne a priori darthut, dass das System von Copernik ein unmögliches System ist, dass es weder eine ewige noch eine zeitliche Grundlage der Astronomie sein kann; dass aus ihm gar kein Phänomen *erklärt* wird, sondern selbes jeden weiteren Fortschritt der theoretischen Wissenschaft hemmt; dass die Astronomie mit ihm weder stehet noch fällt; dass aus ihm keine Art von Vorhersagung gemacht wird etc., so erscheint es nicht nur als glaubwürdig, sondern sogar begreiflich, dass die Astronomen der Gegenwart auf kein anderes System eingehen können.

Im Verfolg unserer Studien, welche die nähere Betrachtung der Folgen der Sonnenbewegung zum Zwecke haben, mussten wir einer Masse — gewöhnlich in blauen Dunst gehüllten — Conceptionen begegnen; um herauszufinden, welchen Sinn die Theorie diesen beilegt, mussten wir, leider oft bis zum a, b, c des Gedankens zurückgehen; ein unausweichlicher Umstand, wenn es sich um die Correction der Ideen handelt. Wir citiren aus den Büchern vieles, man kann aber nicht alles citiren; da man sich auf sein Gedächtniss nicht zu sehr verlassen soll, wird es zweckmässig sein, dass der Leser, wenn er sich nämlich entschliesst unsere Studien mitzumachen, in irgend einem berühmten astronomischen Werke jene Capitel zugleich durchliest, welche über den fraglichen Gegenstand handeln, ohne diese Vorsicht könnte er in den Fall kommen nicht klar zu sehen, wovon eigentlich die Rede ist? **)

Dadurch, dass die Sonnenbewegung das von der Theorie zusammengeschleppte Chaos wahrnehmbar gemacht hat, wurde es

*) Dr. J. H. Mädler, Popul. Astronomie. Berlin 1861. Pag. 48, 54, 62.

**) F. Arago's populäre Astronomie stehet allen anderen Werken dieser Art voran; aus diesem merkwürdigen Werke lässt sich ein treues Bild des Zustandes der Wissenschaft entwerfen.

Digitized by Google

möglich Betrachtungen über die Himmelsphänomene anzustellen, welche geeignet sind, uns zur näheren Kenntniss der Erdbewegung zu führen. Wir sind der Ueberzeugung, dass alle Jene, die sich in Zukunft mit diesem Gegenstande, oder was dasselbe ist, mit der Aufstellung einer rationellen astronomischen Theorie befassen werden, nothwendigerweise dieselben Studien durchmachen müssen, deren Umrisse wir in ihrer grössten Einfachheit zu geben versucht haben.

Unsere Betrachtungen über die Fundamente der Wissenschaft haben wir aus dem Grunde zuletzt gereiht, weil die einfachsten Begriffe — obwohl von Vielen für die schwersten gehalten — in der Regel von den Meisten *„als viel zu leicht“* übergangen werden. Wir meinen nämlich, dass wenn die ersten Principien, die Grundbegriffe einer Wissenschaft, falsch sind, so kann die Wissenschaft selbst keine Wahrheit sein; ist das Fundament fehlerhaft, so kann das Gebäude nicht fest stehen.

* * *

Wir haben diese unsere Studien in der französischen Sprache abgefasst. Die technischen Ausdrücke der Astronomie sind grösstentheils griechischen und römischen Ursprunges, sie haben aber in den Hauptsprachen Europa's Eingang gefunden; für fast alle diese Ausdrücke hat die deutsche Sprache ihre eigenen Worte, wir können somit exotische und einheimische abwechselnd anwenden, ohne dadurch den Ideengang des Lesers zu stören.

Die Astronomie hat noch keine Einheit des Längenmaasses aufgestellt; jeder Autor benützt das in seinem Lande übliche Maass. Wir haben die französische Meile von 4000 Mètres im Texte stehen gelassen.

Digitized by Google

BEOBACHTUNG UND WISSENSCHAFT.

[1.] Wie der Mensch sie gemacht, so ist die Wissenschaft; sie ist der Wiederschein seines Geistes. Der Zustand der Wissenschaft ist somit der Zustand der menschlichen Intelligenz; beider Entwickelung erfolgt zu gleicher Zeit und bleibt im stetigen Verhältniss.

Resultat der Studien, ist die Wissenschaft *eine*, besonders benannt wird sie nach ihrem Gegenstande, nach ihrer Methode.

Gedeihen, sich entwickeln, fortschreiten, sich ausdehnen etc. etc., ist sich bewegen, die Wissenschaft ist demnach Etwas bewegtes. Wo Bewegung ist, ist auch eine bewegende Kraft; so ist nun des Menschen Geist die Kraft, welche die Wissenschaft ihrer Vervollkommnung entgegen führt.

Kraft und Bewegung sind aber Synonyme, sie bedingen sich gegenseitig, sind an Werth und Grösse einander gleich.

Will man daher den Zustand einer Wissenschaft prüfend erkennen, so wird man den Zustand des menschlichen Geistes betrachten müssen; will man die durch die Beobachtung erkannten Erfolge oder Wirkungen sich erklären, so muss man zur Aufsuchung ihrer Ursachen sich entschliessen. Bei dieser Art von Untersuchungen kann man die Principien der Mechanik um so weniger umgehen, als diese zwischen den moralischen und physischen, oder zwischen den geistigen und materiellen Kräften keine Scheidewand ziehen können.

Unser Weg ist demnach bezeichnet, ausgesteckt; zeigt sich neben dem Mechanismus hie und da die Psychologie, so ist dies ein Beweis, dass noch eine andere Kraft da ist, welche ihren Einfluss geltend machen will, diese wird die Seelenkraft genannt, sie wirkt vorzugsweise auf die Imagination.

[2.] Dem Sprachgebrauche nach ist die Astronomie — Frucht von Studien, Beobachtungen, Untersuchungen und ausdauernder Arbeit von mehr als drei Jahrtausenden — die höchste, die vollkommenste, mit einem Worte die Königin der Wissenschaften. Das exaltirte Lob ist unversiegbar; die Strenge, die Klarheit der Untersuchungen und ihrer Methoden, die Grossartigkeit und Wichtigkeit ihrer Resultate, die netten, unbestreitbaren, unwider-

Digitized by Google

legbaren Ziffern und Zahlen etc. etc., die Beweise jener Gesetze, welche die Bewegungen der im Weltraume zerstreuten Körper regeln etc. etc., diese Astronomie hat nichts zu befürchten von einer Beleuchtung ihrer Methoden und Beweise, sie braucht nicht — wie manch andere Wissenschaft — das Licht zu scheuen. Alles in ihr ist klar, evident, bewundernswerth, erstaunlich, erhaben über jeden Einwurf, jedweder Contestation ist sie unwiderlegbar, sie ist die incarnirte Wahrheit selbst und wir werden erinnert, dass sie das wirkliche Maass des menschlichen Geistes ist.

Vor Allem ist es daher nöthig, dass wir uns verstehen.

Wie die Wissenschaft — als ein Ganzes — so geben ihre abgesonderten Theile — die Separat-Wissenschaften — insbesondere aber Jene, die gleich der Astronomie sich mit dem Studium der Natur befassen, gleichfalls das wahre Maass des Geistes, wir können aber im Allgemeinen sagen, dass jedwede Beschäftigung, jede Art von Arbeit — sei diese intellectuell, moralisch oder physisch — durch ihre Resultate das Maass der auf ihre Production verwendeten Kraft gibt.

Die Astronomie kann nicht *mehr* Geist, oder einen höheren Geist fordern als jenen, welchen man zu ihrem Studium mit sich bringt; wie sie aber heutzutage, in ihrem gegenwärtigen Zustand bestehet, kann sie zur Vergrösserung der intellectuellen Kraft nichts beitragen, ja man könnte — ohne boshaft zu sein — bemerken, dass sie in manchen Fällen negativ einwirkt.

So z. B. würde man sich einer Täuschung aussetzen, wenn man annehmen wollte, dass alle Jene, die scheinbar oder in der Wirklichkeit sich mit der Astronomie beschäftigen, oder dass alle Jene, die sich auf ihr Studium verlegen, schon aus dieser Ursache im Besitze einer hervorragenden Capacität sind, wodurch sie sich vor den übrigen Sterblichen auszeichnen.

Es ist nicht die Astronomie was gross ist, verglichen mit ihrem unermesslichen Gegenstande verschwindet sie gänzlich und wir können sagen, dass in dem Sinne einer Wissenschaft der Himmelserscheinungen genommen, sie schon weit über die menschliche Geistesfähigkeit hinausreicht, und endlich als Wissenschaft der Himmelsmechanik oder gar als Wissenschaft der Gesetze des Weltalls gar keinen Sinn hat. Das Universum ist und bleibt für uns ein Wort, ohne jemals ein Begriff zu werden.

Diese, uns als Ebenbild der Grösse und der Vollendung vorgeführte Astronomie, die genaue Kenntniss jener Gesetze, welche die Welten beherrschen, hat in der That das wahre Maass des menschlichen Geistes sehr genau angegeben, nur gibt es noch kein hinlänglich vergrösserndes Microscop, um seine Dimensionen wahrnehmbar zu machen.

Digitized by Google

Es scheint uns, dass der Himmel den Menschen — seines Uebermuthes endlich müde — von seiner Krankheit heilen wollte, indem er ihm erlaubt hat zu erkennen, dass die Sonne sich bewegt. Das Mittel war einigermassen drastisch, die Lection etwas stark; der Stolz ist gebrochen, die Eitelkeit zertreten und der Fall — die Geschichte kennt keinen ähnlichen mehr — ist fürchterlich. Um sich wieder zu erheben, wird der Mensch wohl seinen Geist auf eine ungewohnte Art anstrengen müssen.

[3.] Indem nur ein ganz kleiner Bruchtheil des Himmelsraumes und seines Inhaltes unserer Sehkraft (Vision) zugänglich ist, muss die Astronomie — welche immer die Macht der Vergrösserungsmittel sei — in den Grenzen dieser Vision bleiben, sie kann daher selbst nur ein kleiner Bruchtheil sein. Wir werden sehen, wie ihre Dimensionen nach und nach abnehmen und endlich verschwinden, wenn es sich handelt zu — *wissen*.

Um uns verständlich zu machen, unterscheiden wir drei Arten von Astronomie, welche von einander wesentlich verschieden sind.

a) Das aufmerksame Studium der Himmelsphänomene und deren Bedeutung ist unstreitig das höchste Ziel, welches das verständige Geschöpf sich ausstecken kann. Um diese Erscheinungen zu begreifen, wohl aufzufassen, und endlich als Thatsachen zu erkennen, muss man schon jenen Grad nöthiger Capacität besitzen, ohne welche überhaupt im Naturstudium nicht der geringste Schritt vorwärts gemacht werden kann. Die Himmelserscheinungen sind aber an Anblick (Aspect), an Zahl und an Dauer unendlich, ihr Studium ist somit gleichfalls unendlich, das heisst, diese Astronomie ist ein unaufhörlich fortgesetztes Studium, ohne jemals sein Ende zu erreichen.

In keiner Epoche der Wissenschaft sind diese Studien systematisch verfolgt worden; seitdem man aber Alles weiss, haben sie gänzlich aufgehört.

b) Die Beobachtungen der Phänomene, so wie jene der relativen Stellungen der Weltkörper und ihrer sichtbaren Bewegung, dann die Berechnungen in Folge der Beobachtungen, bilden die practische Astronomie, deren wesentlicher Theil in der Handhabung der Instrumente bestehet. Da sie in ihrer Anwendung eigentlich nur eine auf den Himmel übertragene Geometrie ist, könnte man sie Astrometrie nennen. Sie wird heutzutage nicht studiert, sie wird erlernet.

c) Die dritte endlich bestehet aus Erklärungen und Beweisen, sie nennt sich die raisonnirende Wissenschaft, (science raisonnée) was im Deutschen beiläufig wie vernünftelte Wissenschaft klingt; nach mehreren unsterblichen Gelehrten aber, ist dies das wahrhafte und einzige astronomische Wissen. Sie hat sich emancipirt, von den beiden andern losgetrennt, eine Handlung worauf sie stolz ist; da sie

Digitized by Google

aber ohne die Augen zu öffnen mit keckem Schritte über Stock und Stein schnurgerade losging, musste sie oft stolpern, sie musste endlich fallen. So wie sie in ihrem gegenwärtigen Zustande behandelt und gelehrt wird, bestehet die Astronomie aus zwei Theilen, der eine ist practisch, der andere theoretisch, man findet sie das einemal vereint, das andremal getrennt. Von der einen Seite bemüht man sich, Selbe in guter Harmonie zu erhalten, man sucht die Theorie von den Beobachtungen abzuleiten, von der andern Seite affectirt man die Beobachtung gänzlich beseitigen zu können, um der Theorie den Vorzug einzuräumen. Es entsteht hiedurch ein Dualismus, der seine Früchte trägt.

Manche Autoren sind der Meinung, dass die rechnende Astronomie zugleich die theoretische ist, sie vergessen, dass man practisch und auch theoretisch rechnen kann. Was der practische Astronom berechnet, ist vom Himmel selbst entlehnt, der Theoretiker berechnet — Suppositionen.

Verleitet durch Bemerkungen, die wir hie und da machen, könnte mancher Leser uns für einen entschiedenen Gegner, für einen geschwornen Feind aller Theorie halten. Man möge sich beruhigen, wir alle machen und üben Theorie, oft ohne Vorbedacht, manchmal wider unseren Willen. Vom Philosophen angefangen, der Gelehrte, der Künstler, der Industrielle, der Arbeiter, bis auf den einfachen Landmann und Tagwerker, alle üben die Theorie; jedwede Vervollkommnung, jede Verbesserung, jede grössere Leichtigkeit in die Arbeit gebracht, sei diese intellectuell oder mechanisch, ist Folge der Theorie, und wenn wir laut verkünden, dass ohne Sie kein Fortschritt möglich ist, wird man vielleicht zufrieden gestellt. Dafür aber erlauben wir uns, ein Wort für ein anderes zu setzen; wenn wir hier sagen Theorie, meinen wir das DENKEN.

[4.] Im positivsten Sinne des Wortes ist die Astronomie die Wissenschaft der Beobachtung — mit Vorzug. Keine andere ist so wie Sie auf die Beobachtung hingewiesen, welche ihre einzige, zugleich aber wahrhafte und erfolgreiche Kraft ist. Man kann sagen, die Astronomie hat die Beobachtung zur Wissenschaft erhoben, und wir werden sehen, wie ihre hohe Bedeutung immer mehr und mehr heraustritt, je mehr die erklärende Wissenschaft an Werth abnimmt, was um so natürlicher ist, als ja eben die Beobachtungen es sind, welche den endlichen Sturz der unhaltbaren Theorien herbeiführen.

Man betrachtet im Fluge den Himmel, die Erde reisst uns mit sich in den endlosen Weltraum; die Astronomie kann somit keine Stubenexperimente machen, sie kann die Weltkörper nicht in Gefässe einschliessen, sie kann keine Himmelsphänomene hervorrufen. (produciren) nichts bleibt ihr übrig als — beobachten.

Digitized by Google

Wenn demnach die Wissenschaft vorzugsweise eine beobachtende ist, so bleibt das, was sie nicht beobachtet, oder nicht beobachten kann, für sie so gut wie gar nicht vorhanden.

Man kann aber die Astronomie noch als die Beobachtung des Scheinbaren bezeichnen, indem sie die Erscheinungen nicht anders ansehen oder betrachten kann, als diese sich ihr darstellen, die Wirklichkeit zu beobachten ist ihr nicht vergönnt.

Hier erscheint uns die Lebensfrage, das Sein oder Nichtsein der astronomischen Theorie. Der Mensch, kann er vom Himmel und dessen Erscheinungen irgend etwas kennen und wissen, ohne diese beobachtet zu haben? Wir hoffen dass — mit einigen Ausnahmen, die im Grunde unausweichlich sind — alle Welt mit uns einverstanden sein kann, dass ohne die Wirkung zu sehen oder zu kennen, man deren Ursache auch nicht kennen kann, dass man folglich ein Phänomen zuerst kennen müsse, bevor man sich an dessen Erklärung macht.

Wenn nun die Beobachtung die Wissenschaft selbst ist, so muss sie die natürliche, die einzig mögliche Basis jeder Theorie bleiben. Man kann wohl von der gebahnten Strasse abweichen, nicht aber ungestraft; man kann die Beobachtungen beseitigen — was in der That auch geschieht — man kann auf diese Art fortarbeiten, sein Werk benennen wie man will, was man aber auf diese Weise hervorgebracht hat, ist keine Astronomie.

Die verschiedenen Abweichungen der Theorie werden sich uns zeigen, wir werden sehen wie sie Phänomene erklärt, welche sie nicht begreift, wie sie Andere beweiset die gar nicht existiren, dafür aber viele die sich deutlich zeigen, gänzlich ignorirt; wir müssen aber auch trachten, das *warum* dieses Umstandes herauszufinden.

Oft sind von der Theorie scheinbar heterogene Phänomene zusammengemengt, oft wird dieselbe Erscheinung in mehrere getheilt. Die Beobachtungen zu verstehen, ist in der That keine leichte Sache; alles bewegt sich im Weltall und die Bewegung ist eine ununterbrochene, sie ist eine ewig dauernde. Da gibt es nun kurze und lange Perioden, Perioden ohne Ende; alles scheint sich im Himmelsraume zu vermengen, alles scheint in einer untrennbaren Verbindung zu sein, und der Mensch suchet, und glaubt zu finden, bestimmte, getrennte, von einander unabhängige Phänomene, bestimmte Bewegungen, messbare Distanzen und Perioden und genau nachgebildete geometrische Figuren etc. etc.

[5.] Gewöhnlich erstaunt man über den langsamen Entwickelungsgang der Astronomie. Es gab zu allen Zeiten sehr Wenige, die sich der Beobachtungs-Wissenschaft hingaben, selbst unter den Wenigen fand sich nur hie und da ein mit hinlänglicher Geisteskraft begabtes Genie, der die Wissenschaft wirklich vorwärts schob.

Digitized by Google

Ueber was beklagen wir uns? Dass das Menschenleben so kurz, die Dauer der Himmelsperioden so lange ist? Dass der Mensch so schwach und klein, der Himmel aber unendlich stark und gross, die Zahl seiner Bewohner unermesslich ist? Alles dies ändert sich nicht, und der Himmel ist für den Menschen so und nicht anders — als er ihn sieht!

In der alten Zeit studierte man aus Liebe zur Wissenschaft: sich mit dem Himmel zu beschäftigen war ein natürlicher Beruf; die Theilnahme für die Astronomie war nie eine allgemeine: die Neugierde, der Aberglaube, — Product der Furcht und des Schreckens; — das Suchen nach dem Nützlichen, dem Angenehmen (Amusanten) selbst im Himmel, waren stets im Vordergrund; später gab es unter den Mächtigen der Erde einige, die sich einen Astrologen hielten, so wie auch einen Alchimisten und einen — Hofnarren.

Die Erfindung der officiellen Wissenschaft war der Neuzeit vorbehalten, und die Astronomen wurden Regierungsbeamte, Staatsdiener. Durch dieses Mittel wuchs ihre Zahl bedeutend; ungerecht wäre es jedoch zu fordern, dass sie Alle mit derselben Liebe und Eifer, mit gleicher Capacität an dem Fortschritt der Wissenschaft, mit vereinten Kräften arbeiten.

Das sogenannte Publicum hat von der Astronomie nie etwas begriffen, es konnte nichts davon verstehen, um so weniger konnte es die Himmelsphänomene begreifen, welche selbst Jene nicht verstehen, die dazu berufen sind, sie erklärend zu lehren. Man trägt in den Schulen die Astronomie vor, man explicirt über Kreuz und Quer — was der Eine von dem Andern erlernt — oft ohne zu wissen was man spricht. Was kann nun das grosse Publicum von der Astronomie wissen? Ein Paar Zahlen über Entfernungen und Grössen einiger Himmelskörper, Begriffe über Jahreszeiten, die con amore vorgetragen werden; zwei oder drei von den auffallendsten Constellationen; wie sich die Finsternisse durch Dazwischenstellen machen — das ist beiläufig alles. Aber dasselbe scheinbar inerte Publicum fängt an zu bemerken, dass man ihm falsche Begriffe mittheilt, es weiss schon, dass auch die Sonne sich bewegt, und dass dies dieselbe Sonne ist, welche für die Astronomen fix bleibt; so verliert die Wissenschaft ihr Ansehen, und die technischen, gelehrtscheinenden Ausdrücke und die Formeln langen nicht mehr hin, um die Blössen zu decken. Die Sonne lässt sich nicht mehr fest machen, und wenn die heutigen Astronomen und andere gelehrte Lehrer der Wissenschaft fortfahren, diesen Umstand zu ignoriren, so dürfen sie nicht erstaunen über die unausweichlichen Folgen ihres Verhaltens.

Digitized by Google

Aber, welche Aussicht — fragen wir — öffnet sich für eine Reform, wodurch eine allgemeine und rationelle Astronomie entstehen soll? In ihrer gegenwärtigen Entwickelungsperiode zeigt die moderne Civilisation — welche nur das Wohlsein und die Glückseligkeit der *Gesellschaften* bezweckt — einen gewissen Uebergang, einen Wechsel in ihrer Bewegung, welchen die Astronomen „*retrograd*" nennen, sie nimmt die Richtung in den absteigenden Knoten. Die Zeit der geistigen Anschauung ist abgerollt, das Positive, das Practische hat ihre Stelle eingenommen; die unabänderlichen Gesetze der Mechanik und der Physik finden ihre Anwendung auf die moralische Welt; die Maschinen werden erfunden, um die thierische sowohl als auch menschliche Kraft zu ersparen, zu ersetzen, und wird es gelingen, die noch störenden Kräfte so wie jedweden Widerstand oder Reibung zu beseitigen, so wird die Maschine ganz gehörig fungiren.

Die officielle Wissenschaft, noch mehr aber das officielle Programm, nach welchem alle Lehrbücher zu modeln sind, ist viel mehr als eine blosse Erfindung, es ist eine glückliche Combination der Centrifugalkraft mit der Inertie (Trägheit), welche den Gelehrten nach das erste Naturgesetz ist. Diese Combination, das Resultat analytischer Untersuchungen sowohl als anatomischer Experimente, kann man betrachten als die Anwendung der Industrie auf die Wissenschaft.

Eine der wohlthätigsten Wirkungen dieser Maassregel ist, dass um ein Professor, Lehrer, Repetitor oder Examinator welch immer einer Wissenschaft, ja aller Wissenschaften zugleich zu werden, ganz hinlänglich ist — lesen zu können. — Der Verfasser z. B. eines bedeutenden Werkes — nach dem officiellen Programm, kann ganz bequem — verdauen. Ist dies nicht eine weise Schonung des Geistes? Das allgemeine Wohl ist hiedurch bedeutend gefördert, indem der störende Gedanke gehörig eliminirt und damit dem unruhigen Triebe nach Fortschritt ein Ende gemacht wird.

Was das nächste oder künftige Geschick der Astronomie anbelangt, können wir von der gegenwärtigen Generation keine sanguinischen Erwartungen hegen, fast aber sind wir dessen gewiss, dass früher oder später der zu der Erde gefesselte, und mit ihr im Raume isolirte Mensch sich dennoch gegen den Himmel kehren wird, um von ihm Aufklärung zu erhalten.

[6.] Im historischen Sinne ist die Astronomie ein Aglomerat von aufeinander folgenden Entdeckungen und Beobachtungen.

Etwas am Himmel entdecken heisst, der erste zu sein, der den fraglichen Gegenstand erblickt. So haben z. B. die ersten Menschen den Sternenhimmel, die Sonne und den Mond entdeckt, so wie auch den Tag und die Nacht. Diese Entdeckung ist demnach die Vor-

Digitized by Google

läuferin der Beobachtung, welche schon einige Begriffe über verschiedene Dinge voraussetzt. Es können Jahrhunderte abgelaufen sein, bevor man aus den Beobachtungen schliessen konnte, dass der Tag durch die Sonne, die Nacht durch die Sterne und den Mond hervorgebracht wird.

Die Namen der ersten Entdecker des Himmels sind zur Zeit Deucalion's in Verlust gerathen; die späteren konnten sich nicht füglich Entdecker nennen jener groben Erscheinungen, welche ein Jeder sehen musste, der nicht blind geboren war, daher mussten sie so wie auch die Neuern sich an die zarteren Objecte halten. Manche der bereits entdeckten Himmelskörper sind verloren gegangen, zu welcher Zeit und ob diese wirklich schon entdeckt waren? kann man nicht beweisen; werden sie aber wieder aufgefunden, so ist dies eine unbezweifelbare Entdeckung; andere Himmelskörper sind plötzlich erschienen, und da man mit Gewissheit weiss, dass diese früher nicht da waren, so ist es klar, dass die Alten sie nicht entdecken konnten, endlich ist es ebenso klar, dass die Alten, die keine Telescope hatten, die heutigen Entdeckungen nicht haben machen können.

Eine Entdeckung am Himmel gemacht, führt aber zur astronomischen Unsterblichkeit, welche nach dem Princip der Categorien (Einschachtelung) geregelt ist. Eine simple Entdeckung ist der erste Grad, gleichsam eine halbe Unsterblichkeit; ist die Entdeckung mit der Beobachtung vereint und zugleich berechnet, so ist der zweite Grad erklommen: gründet man aber auf die Beobachtung eine Theorie, stellt man Gesetze auf, so ist der dritte Grad gesichert; zur höchsten Stufe jedoch, welche zu erklimmen möglich ist, führt der analytische Beweis, dass die Entdeckung richtig ist, woraus folgt, dass man unsterblich werden kann, ohne etwas zu entdecken, ohne etwas zu beobachten. Nach dem Expropriations-Gesetz wird der Entdecker der Unsterblichkeit verlustig, wenn er seine Entdeckung nicht calculirt oder nicht calculiren kann, sein Antheil wird demjenigen zugeurtheilt, der die gemachte Entdeckung — berechnet.

Auf diese Art wird es begreiflich, warum es unter den Alten so wenig Unsterbliche gibt? Sie hatten keine Telescope und keine Analyse, zwei Instrumente, ohne welche kein Einlass zu gewärtigen ist.

An demselben Phänomen, z. B. der Bewegung, macht man verschiedene Entdeckungen, so hat man an der Mondesbewegung schon unzählige Entdeckungen gemacht und wird noch viel mehrere machen; die Variationen seiner Bewegung, eben so viele Störungen, werden in Classen eingetheilt. Schon die ersten Astronomen haben

Digitized by Google

den Himmel als ein „*res nullius*“ wie recht und billig in ihren Besitz genommen und als „*primi occupantes*“ sogleich angefangen ihren Grund und Boden zu instruiren, zu colonisiren. Ihre Nachfolger und natürliche Erben setzten das begonnene Werk in demselben Geiste fort und befolgten den von ihren Urahnen verfassten Plan. In den ersten Sendungen befanden sich fast ausschliesslich sehr grosse Thiere, fabelhafte und wirkliche Geschöpfe, in ihrer Begleitung waren mehrere Helden, Hirte, ein Schlangenträger, Jäger und auch ein Kutscher; diesen folgten kleinere, ja auch ganz kleine Thierchen nach; um diesen theils eine unschuldige Beschäftigung, theils eine wissenschaftliche Unterhaltung zu verschaffen, sandte man eine Menge von physicalischen, geometrischen und astronomischen Apparaten, Instrumenten und Maschinen, Kreuz und Schwert, Scepter und Krone durften nicht fehlen. Nie gab es eine friedfertigere Gesellschaft, eine wahre Mustercolonie; die Riesenschlange schnappt nicht nach der Fliege, die Bären lassen den Bienenkorb aufrecht stehen und noch ist keine Maschine, kein Apparat zerbrochen worden.

Die Himmelskörper, welche — augenscheinlich — nicht auf demselben Fleck bleiben wollen — man nennt sie Wandelsterne — haben die Namen der Götter, der Göttinen, der Nymphen etc. erhalten. Die Astronomen können ihre Neigung zu dem poetisch-artistischen Paganismus nicht bergen, und da die unruhigen Wesen sich vermehren — die Fruchtbarkeit der kleinen Planeten zwischen Mars und Jupiter ist evident — so wird das Auffinden eines Taufnamens immer schwieriger und ist bereits eine der schwierigsten astronomischen Aufgaben geworden. Noch fehlt in den Werken der complete Cursus der alten Mythologie, welche in der neuesten Neuzeit unentbehrlich geworden ist.

Alsobald man die sichtbare Hälfte der Mondeskugel genau explorirt hat, fand man sie voll mit unvergänglichen Monumenten, welche die dankbaren Seleniten den unsterblichen Geern zum ewigen Andenken errichteten. Diese Monumente, unter welchen mehrere die Himalaya-Gebirge an Höhe bedeutend übertreffen, haben einige Beobachter verleitet, sie für echte Berge zu halten; ein berüchtigter Selenograph jedoch hat sie für Fortificationen erklärt; stark in der Analogie schloss er ganz richtig, dass, wenn die Bewohner des Mondes jenen der Erde ähnlich sind — eine Voraussetzung, die das vollkommenste Product der Schöpfung einigermassen verletzt — so müssen sie sich wohl unablässig bekriegen; dieser geistreiche Schluss bestätigte sich vollkommen, als derselbe Entdecker auf der Mondesscheibe einen geharnischten Ritter begegnete, der — ein wahrscheinliches Glied der Tafelrunde — eben zum Turnier wanderte.

Digitized by Google

Die Monumente sind von allen Seiten von fest gefrorenen Eismeeren umrungen, welche gemüthlich, sentimental, gefühlvoll und sympatisch sind; die dort versammelten Unsterblichen befinden sich somit ganz wohl und wie zu Hause.

Mit grossem Wohlbehagen wiegen sich die Astronomen in der Idee, die sich nach und nach in eine süsse Gewohnheit umwandelte — dass sie den Himmel sehr gut eingerichtet haben, und dass ihre Anordnungen so vortrefflich sind, dass auf eine Umänderung derselben wohl Niemand denken könne. Wenn demnach der Eine oder der Andere aus ihrer Mitte sich erhebt — was sich ein paarmal schon zugetragen hat — und sagt *„es wäre endlich Zeit die Wissenschaft zu säubern und sie von manch unnützem Tand zu befreien,“* so lässt die immense Majorität der Himmelswächter wie aus einer Kehle ertönen: *„non possumus.“* Dies ist die sprachliche Beurkundung des ersten Gesetzes der Natur.

[7.] Die Modernen scheuen sich nicht — besonders wenn es sich um theoretische Ansichten handelt — die Alten der Unkenntniss zu zeihen. Die Alten z. B. konnten, wegen Mangels an Telescopen die interessantesten Dinge weder entdecken noch beobachten. Sie hatten nicht die geringste Idee davon, dass z. B. je näher die Sonne der Erde kömmt desto kälter wird es; nie konnten sie begreifen, dass das Licht ununterbrochen fortläuft, von einem Himmelskörper zum anderen, ohne zu ermüden, mit derselben unveränderlichen Geschwindigkeit, dabei aber dennoch seine Kraft verliert und nach dem Quadrate der durchlaufenen Meilen immer schwächer wird, bis es endlich gar nicht mehr leuchtet, also gänzlich aufhört Licht zu sein. Dieser Umstand ist jedoch ohne Bedeutung, das unsichtbar gewordene Licht setzt seinen gewohnten Lauf fort in die Unendlichkeit und mit einer unverwüstlichen Geschwindigkeit, welche zehntausend Mal grösser ist als jene der Erde in ihrer Bahn. Ist das nicht ein unschätzbares Ding zu *wissen*, dass eine Kraft mit dem Quadrate der Entfernung abnimmt bis sie null wird, dabei aber ihre Geschwindigkeit ungeschwächt beibehält? Ist das nicht eine unbezahlbare Entdeckung, dass das Licht uns hindert, die Gegenstände an ihrem wahren Orte zu sehen?

Sich brüstend mit den Fortschritten der Neuzeit, werfen einige Autoren den Alten vor, dass sie *nur* beobachteten; dass sie — so gut es ging — die Finsternisse berechneten und Kalender machten. Man belustigt sich mit ihren excentrischen Kreisen, Epicykeln, Deferenten und Sphären, denen man glücklicherweise die Sinus und die Cosinus substituirt hat. In der That hat man gefunden, dass, wenn man die Epicykeln in hinlänglicher Anzahl nimmt, man dieselben Resultate erlangt, welche durch eine gehörige Quantität von Sinus und Cosinus erhalten werden. Wenn man nun den

Digitized by Google

Alten vorwirft, dasselbe gethan zu haben, was man heutzutage macht, so zeigt dies auf einen nicht geringen Grad von Selbsterkenntniss.

Mit besseren Werkzeugen arbeitet man leichter und besser; es hat sich somit die Geschicklichkeit scheinbar vergrössert, nicht aber der Geist, und man kann nicht behaupten, dass die Entwickelung beider zugleich und in einem constanten Verhältniss stattfindet; mit einigem Nachdenken findet man im Gegentheil, dass die Entwicklung des Einen gewöhnlich auf Kosten des Anderen geschieht.

Ist aber ein wirklicher Fortschritt vorhanden, muss man sich dessen wundern? Sollte man sich nicht vielmehr wundern, wenn kein Fortschritt bemerkbar wäre? Betrachten wir aber die Langsamkeit und die Kleinheit dieses Fortschrittes, so fühlen wir uns als intelligente Geschöpfe beschämt. Wohlan, der Gang der Menschheit — wie man die wogende Masse einer Art des Organismus nennt — zeigt Vor- und Rückfälle, Stationen und Retrogradationen; die Calamitäten aller Art, die grossen Catastrophen und Umwälzungen etc. werfen sie zurück über schon verflossene Jahrhunderte und sie hat nun wieder anzufangen. Alles dieses kann täglich eintreten und der Mensch ist immer bereit das Werk der Zerstörung selbst zu beginnen, ja es ist möglich, dass er es mit der Vernichtung seiner eigenen Species beschliesst. Weder der Himmel noch die Erde werden etwas von der Wirkung verspüren und die Weltkörper werden fortfahren zu — gravitiren.

Es haben sich Menschen gefunden — ihre Zahl ist im Wachsen — die durch die scheinbare Stagnation der Wissenschaft und durch die Impassibilität der Gelehrten verleitet, sich berufen wähnen, die heutige Astronomie in den Anklagezustand zu versetzen. Nach diesen hat die Wissenschaft gar keine Fortschritte gemacht, sie ist dort, wo sie die Alten gelassen. Wenn man nun auch gestehen muss, dass die Alten die Hauptphänomene des Himmels mit einer Genauigkeit beobachtet und ihre Werthe bestimmt haben, welche als Basis der heutigen Theorie dienen, so ist dies nur die eine Seite der Frage. Wenn man die unzähligen Entdeckungen, welche in Folge der verstärkten Sehkraft gemacht wurden, nicht als reellen Fortschritt der Wissenschaft selbst betrachten wollte, so findet man doch in Folge der wichtigen Beobachtungen, die in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts gemacht wurden, die vollständige Aufklärung über die wesentlichsten astronomischen Fragen. Diese Beobachtungen nämlich führen direct zu der Erkenntniss, dass im Himmelsraume ohne Ausnahme Alles sich bewegt; dies ist nun ein Resultat, von welchem die Alten keine Ahnung hatten und welches die Neuern noch nicht würdigen.

Digitized by Google

Die allgemeine Bewegung des Weltalls macht die Wiederkehr der Idee über die Fixität der Himmelskörper unmöglich, sie bietet die Möglichkeit der Auffassung einer allgemeinen Gravitation.

[8.] Bis zur Zeit Copernik's hat man nur beobachtet, sonst that man gar nichts, sagen die astronomischen Historiker; gut gezählt hat man somit während 2700 und einiger Jahre, durchaus nichts gewusst von der Existenz jener Gesetze, nach welchen die gelehrten Geometer und Astronomen heutzutage das Weltall regieren. Es war somit eine enorme Kluft da, die so schnell wie möglich ausgefüllt werden musste.

Was hat Copernik mit den während 27 Jahrhunderte angehäuften Beobachtungen gemacht? Die von Hipparch entdeckte Präcession verträgt sich sehr wohl mit einer sich bewegenden Sonne, Copernik macht diese Sonne unbeweglich und die gelehrte Welt beugt sich vor seiner Allmacht! Da kommen nun die in sich selbst zurückkehrenden Curven, die geschlossenen Kreise mit ihren Axen und ihren unveränderlichen Ebenen, denn die Planeten kreisen um den Mittelpunct der fixen Sonne.

Durch Kepler's Entscheidung — alles dies riecht nach Absolutismus — gestalten sich die Kreise in Ellipsen, damit das Gesetz der Flächen gemacht werden könne und die Planeten abwechselnd sich der Sonne nähern und wieder von ihr sich entfernen, mit veränderlicher Geschwindigkeit laufen können. Klingt es nicht lächerlich, dass die Planeten, ja nach den grossen Gelehrten das Weltall selbst, den Gesetzen Kepler's *unterworfen* sind? Die Himmelskörper *gehorchen* den Gesetzen Kepler's etc. etc. und diese lächerlichen Ausdrücke werden in den Büchern „*ad nauseam*“ wiederholt.

Als ein unerbittliches Memento ist und war der Mond immer da, um sowohl gegen die geschlossenen Curven und ihre Ebenen, als auch gegen das flache Gesetz laut zu protestiren. Unbedeutender Trabant der Erde, musste der Mond schweigen und — gehorchen. Aus diesem Grunde lehren uns die Astronomen in der zweiten Hälfte des XIX., astronomisch des XXX. Jahrhunderts, dass der Mond um den Mittelpunct der Erde eine geschlossene Ellipse beschreibt — welche nahe ein Kreis ist — nach dem Gesetze der Flächen. Die allerhöchste Entscheidung musste ihre unausweichlichen Folgen herbeiführen.

Die Bahnen der Planeten in Figur und Grösse angewiesen, war die Bewegung geregelt, denn die Himmelskörper können sich den ihnen vorgeschriebenen Gesetzen nicht entziehen. Jede beobachtete Verschiedenheit zwischen der freien, eigenen Bewegung und zwischen der legalen, wurde nun als ein Einbruch der Gesetze, Uebertretung, Unfolgsamkeit und Rebellion betrachtet. Man musste die Worte erfinden: Ungleichheit, Unregelmässigkeit, Unordnung,

Digitized by Google

Anomalie, Störung etc. etc.; tollkühne Ausdrücke, welche mit dem Studium der Himmelserscheinungen verschwinden werden. Woher hat der Mensch seine Begriffe von Ordnung und Regelmässigkeit? Muss er nicht die vollkommene Harmonie des Himmels anstaunen, ohne diese begreifen zu können?

Die Gesetze einmal aufgestellt, ist die fernere Beobachtung der Bewegung so wie ihr Studium überflüssig, ja unnöthig geworden, und wenn man die Beobachtungen noch fortsetzt, so thut man dies nur um zu beweisen, dass die gegebenen Gesetze unveränderlich, unwiderstehlich sind und dass das Universum ihnen gehorcht.

Ganz einfach ist es, dass man nicht mehr vorwärts kann, wenn man sich den Weg verrammelt, dass in dem Kopf, der mit einer gewissen Art Ideen voll gepfropft ist, andere Ideen nicht mehr Platz finden; so z. B. kann in einen Kopf, der mit falschen Begriffen voll ist, die Wahrheit nicht mehr eindringen. Hiedurch erklärt sich, wie man sich in die Unmöglichkeit versetzte, die beobachteten Erscheinungen zu begreifen, welche sich nicht in Uebereinstimmung bringen lassen mit einem System, welches unabhängig vom Himmel componirt ist. Aus derselben Ursache wurde man unfähig die wundervolle Complication der Bewegungen auffassen, den innigen Zusammenhang aller Himmelserscheinungen bemerken zu können. Man hat sich selbst verurtheilt, aus den Grenzen der Wissenschaft sowohl als auch aus jenen der Realität hinauszutreten, man hat sich genöthigt den Gedanken durch die Imagination ersetzen zu müssen.

[9.] Etwas mehr als drei Jahrhunderte sind es, als eine raisonnirte Wissenschaft sich zu formen anfängt, dass man um das *Warum* der Phänomene frägt. Die Geschichtschreiber der Astronomie knüpfen an diese Epoche eine grosse Bedeutung und glauben, dass mit ihr die Investigation, die höchste Function des Geistes von einem 27 mal hundertjährigen Schlafe erwacht. Wir aber sagen, dass es die Fatalität ist, welche die gelehrte Welt zu den Explicationen und Demonstrationen antrieb. Die Mechanik des Himmels geregelt, musste das Universum als eine grosse Unordnung, als eine totale Verwirrung sich erweisen, musste eine unverzeihliche Unfolgsamkeit beurkunden.

Nun musste man nach der Ursache fragen, warum die Phänomene, die Weltkörper, so wie der ganze Himmel feindlich sich geberden und die ihnen gegebenen Gesetze nicht befolgen wollen?

Wir halten den Menschenverstand für reif genug — sein Alter berechtigt uns hiezu — um zu wissen, wo und wann er sein *Warum* anzubringen hat. Setzt man aber diesen Verstand bei Seite — was häufig genug geschieht — so kann man fragen, warum die Zeit,

Digitized by Google

der Raum, warum das Weltall oder überhaupt Etwas, das einen Namen hat?

Man fragt z. B. warum die Weltkörper, die Planeten und ihre Satelliten in den ihnen angewiesenen geschlossenen Bahnen und deren unveränderlichen Ebenen sich nicht regelmässig fortbewegen?

Die erhaltene Geschwindigkeit ändert sich nicht, die Permanenz der Entfernung ist garantirt, der ruhige, immer gleiche Gang sichergestellt, die beinahe Kreise sind so leicht zu durchlaufen, die wohl tracirten Bahnen sind gleichsam Eisenbahnen, die Sonne regt sich nicht etc. etc., was kann nun die Ursache der Unregelmässigkeit sein? Es muss ein entschiedener Feind der gesetzlichen Ordnung da sein, den man sobald als möglich und um jeden Preis entdecken muss.

Newton ist es, der auf das Warum antwortet; Newton ist es, der den Störefried auffindet, der die alleinige Ursache jeder Unordnung, jeder Anomalie, jeder Störung ist und dieser Feind — ein astronomischer Proteus — nennt sich Attraction.

Die Anziehung weiset auf eine Kraft hin, dies liegt ausser Zweifel, die Universalanziehung setzt eine Universalkraft voraus, die als eine solche nicht ohne Thätigkeit sein kann, da ihre Action sich auf alle Weltkörper ausdehnt. Wenn man nun *wissen* kann, wie und auf welche Art diese Macht sich ausübt, so erklären sich die Unregelmässigkeiten von selbst. Newton hat entschieden, wie die Anziehung sich zu verhalten und zu benehmen hat und mit Ihm und nach Ihm haben die Gelehrten Alles bewiesen, mit der erstaunlichsten Evidenz bewiesen.

[10.] Derselbe Newton hat den Satz aufgestellt, dass man an gar nichts glauben soll, was nicht bewiesen ist. Dieser Satz ist vorzugsweise geometrischer Abkunft und bezieht sich ganz wahrscheinlich auf die positiven Wissenschaften, deren eine die Naturphilosophie *) ist.

Wie erhält man aber die Probe, wie gelangt man zu der Ueberzeugung, dass der Beweis wirklich ein Beweis ist? Die Facta (Thatsachen) so wie die Wahrheit benöthigen des Beweises nicht, indem sie stärker als diese sind, und obwohl auch die Wahrheit eine Kraft ist, so ist sie dennoch so sublimer Art, dass sie die etwas verdichtete Materie nicht durchdringt: wenn demnach der Beweis nicht penetrirt, wenn er nicht anerkannt, als solcher nicht angenommen wird, so ist er eigentlich gar nicht vorhanden.

Descartes sucht den Beweis des Daseins im Denken. Das Denken, mit einer seiner Gradationen, dem Zweifel, mag in gewisser Beziehung als Beweis der geistigen Existenz gelten, die materielle

*) Natural-philosophy = Physik.

Digitized by Google

bedarf des Beweises nicht. Mehrere Philosophen scheinen den Beweis und das Erkennen als Synonyme zu betrachten. So sagt Kant — die Subjectivität der Erkenntniss aufstellend — dass das an und für sich Seiende erkennen zu wollen absurd ist. So sagt Gorgias: *„Es ist nichts und setzen wir voraus, dass Etwas ist, so erkennen wir es nicht, können dessen Erkenntniss nicht mittheilen.“* Wie aber gelangt Gorgias zur Erkenntniss, dass *Nichts* ist? Ist nichts, so ist auch keine Erkenntniss und keine Beweisführung; ist was, so ist der Beweis unnütz, indem das *Sein* der stärkste aller Beweise ist. Uebrigens ist Gorgias' Satz an sich selbst ein Widerspruch, das *Nichts* kann nicht *sein*; was ist, das hört auf nichts zu sein. Was sich setzen lässt ist Etwas und kein Nichts, dies haben auch spätere Philosophen entdeckt.

Heraclit sagt; Sein oder nicht sein ist dasselbe, woraus folgt, dass beweisen und nicht beweisen dasselbe ist. Heraclit's Satz gibt die allgemeine Formel der absoluten Gleichheit alles dessen, was ist und was nicht ist. Aus dieser Formel lässt sich der reine Indifferentismus ableiten und z. B. schliessen, dass es ganz gleich ist, ob man philosophirt oder nicht philosophirt.

Aus der Masse der philosophischen Discussionen geht somit hervor, dass der Beweis etwas Unmögliches ist.

Ein geometrischer Beweis z. B. ist kein Beweis. Die geometrischen Beziehungen sind in einer engen Verbindung, jeder Satz führt seinen Beweis mit sich und eine veränderte Anschauung derselben Beziehung kann kein Beweis genannt werden. Ein mathematischer Beweis ist eben so wenig ein Beweis, jede Rechnung führt ihr Resultat herbei, jedes Resultat ist der Annahme, den gegebenen Bedingungen gemäss, woraus folgt, dass, wann man ein Rechnungsresultat Beweis nennt, so kann man alles beweisen und so beweisen, wie man will.

In der That zeigt es sich, dass nichts leichter ist als zu beweisen; dieselbe Leichtigkeit characterisirt die Erklärung, beide im practischen Sinne der heutigen Theorie genommen. Die Kenntniss des erklärten und bewiesenen Gegenstandes ist gar nicht nöthig, und wir begegnen in der astronomischen Theorie ungekannte, wie unbegriffene Phänomene sehr stark erklärt und stärker demonstrirt, ja wir werden sehr leichte und vollkommene Explicationen und unbezweifelbare Beweise von Erscheinungen finden, die gar nicht existiren. Dies liegt in der Natur der Analyse, abstract und transcendental wie sie ist, kümmert sie sich gar nicht um die Existenz des Objectes, sie liefert Resultate.

Eben die Astronomie ist es, die den Beweis liefert, dass ein Beweis nichts beweiset; er wird geführt oder gemacht und man ist zufrieden, man gefällt sich ihn geliefert zu haben. Schwer aber ist

Digitized by Google

es die Phänomene zu begreifen, ihre Bedeutung aufzufassen; schwer ist es die Beobachtungen zu erkennen und es ist — wie wir schon bemerkten — ganz und gar unmöglich sie zu begreifen, so lange man die festgestellten Ideen über das Sonnensystem und über die Natur der Kräfte im Allgemeinen, speciell aber jene über die Anziehung beibehält.

[11.] Die leichten Erklärungen unbegriffener Phänomene sind oft sehr drollig. Der Explicator gibt sich alle erdenkliche Mühe verständlich zu werden, da er aber — nicht selten — selbst nicht weiss, was er eigentlich sagen will, verschanzt er sich und erhebt eine Barricade von exotischen Ausdrücken, gelehrt klingenden Worten, die capabel sind eine Art Erudition vorzustellen; auf diese Art glaubt er der Wissenschaft Genüge gethan zu haben, die seiner Ansicht nach aus einer conventionellen Sprache besteht. Wenn trotz alles Bemühens die Explication dennoch nicht vorwärts gehen will, so folgt, wie natürlich, dass das fragliche Phänomen ohne den analytischen Calcul nicht verstanden werden kann. Die hohe Wissenschaft, die hohe oder tiefe Geometrie, die hohe oder tiefe Mechanik etc. etc. sind wie gewisse türkische Moscheen, die sich den Ungläubigen nicht öffnen.

Wenn ein Beobachter erzählt, was er alles an einem Cometen entdeckt hat, würde er sich entehrt wähnen, wenn er von der Kernauslassung nicht spricht, weiss aber dieser Beobachter, was die Nucleal-Emission eines Cometen ist? Die Cometen, sowie das Zodiacallicht sind gänzlich unbegriffene Phänomene; spricht man über diese Dinge, so mengt man eine Menge anderer unverstandenen Dinge durcheinander. Da findet man eine Anhäufung von Worten und Ideen, die einen wunderlicher als die anderen: so stehen z. B. zusammengekuppelt die Krone der Sonne, die Sonnenatmosphäre, das atmosphärische Licht, das aschgraue Licht, die atmosphärische Region der Sonne, das Licht des Himmels, das natürliche Licht, die Körpertheilchen, (Particulen) welche den Gravitations-Gesetzen gehorchen, die Körperchen, (Corpusculen) die um die Sonne schwärmen, die Corpusculen des Zodiacallichtes, der Ethèr, seine Dichte und sein Refractions-Index, seine Dichte im luftleeren Raum, die Dispersion, die Interferenz und die Diffraction durch den Ethèr, die Alizéwinde (Passatwinde), die Abplattung des Zodiacallichtes, die Reibung der Electricität, die conträre Electricität, secundäre Leiter, schwebender Staub, nicht permanentes Gas, die Faculen, die sich in den Luftschichten erzeugen, der Unterschied der Sonnenrotationen, der Planeten wechselseitige Störung, die Störungen der Asteroiden, Körperchen, die die Sonnenatmosphäre berühren (rasent), die electrische Action auf die Cometenschweife nach dem Quadrate der Entfernung, der Cometen-

Digitized by Google

schweif ist ein hohles Paraboloid, die Repulsionskraft, welche von der Sonne ausgeht, die Cometenkerne aus zwei Composanten, die Photosphäre, die gasartig ist, etc. Alles dieses und noch viel mehr findet sich beisammen auf einem Blatte gedruckten Papieres.

Die Orientirung scheint die schwache Seite manchen Erklärers zu sein. Wenn ein Astronom sagt, dass der Comet sich in dem Ethèr erhebt, denkt er wahrscheinlich auf einen irdischen Luftballon, aber er weiss nicht was er sagt. Wenn ein Newton und nach ihm ein Laplace — die Theorie der Fluthen behandelnd — sagt, dass ein Meeresmolecul, welches *unter* der Sonne situirt ist, stärker von der Sonne angezogen wird, als ein anderes Molecul, als der Mittelpunct der Erde selbst, so ist man in einiger Verlegenheit, soll man dies eine majestätische Obscurität, oder aber eine bewundernswerthe Abwesenheit des Gedankens nennen? Die Mittelpuncte beider Himmelskörper (Sonne und Erde) sind die Endpuncte einer geraden Linie, radius vector genannt, eine kleine Hemisphäre ist somit stets gegen eine an Durchmesser 112mal grössere Halbkugel gekehrt; hieraus folgt, dass die Wasseratome der Erde, welche *unter* der Sonne sich befinden, unter die Merkwürdigkeiten der höchsten Geometrie zu zählen sind.

Die Geschichte der Astronomie liefert uns den Beweis, dass der Mensch in keiner ihrer Epoche zu einem deutlichen Begriff über den Mechanismus des Himmels gelangt ist, und dass alle Jene, die sich dieser Wissenschaft widmeten und ihre Ideen über diesen Mechanismus aussprachen, ohne alle Ausnahme — selbst der berühmtesten Namen — einer deutlichen Beurkundung ihrer Schwäche nicht entgehen konnten. Wenn z. B. ein gelehrter Astronom uns in seinem Buche lehrt, dass „*während der Mond um die Erde kreiset, von dieser zugleich mitgerissen wird in ihrer jährlichen Bewegung um die Sonne*“ und dann hinzufügt „*man kann sich eine nette Idee machen von dem gleichzeitigen Dasein der beiden Bewegungen, wenn man die Erde und den Mond mit zwei Personen vergleicht, welche einen Walzer tanzen und so, abwechselnd Eine um die Andere kreisend sich drehen, während sie sich fortbewegen und den Tanzsaal durchlaufen*“ so zweifelt man nicht, dass dieser Gelehrte sich eines populären Bildes — als Argument — bedienen will, aber er weiss nicht was er sagt.

Wenn ein Newton bemerkt, „*dass die Mondesbahn sich ausdehnt durch die Wirkung der Sonnenwärme im Perihel, sich sodann zusammenziehet wegen der Kälte im Aphel, dass der Mond somit in der ausgedehnten Bahn sich viel langsamer bewegt etc. etc.*“ so bleibt er dessenungeachtet ein Newton, aber er weiss nicht was er sagt.

[12.] In Folge der Explicationen und Demonstrationen an der Tagesordnung, hat sich eine Gewohnheit eingeschlichen, welche auf die Wissenschaft schädlich einfliesst. Jeder Beobachter nämlich, der eine Entdeckung macht oder die Existenz eines Phänomens wahrnimmt, constatirt, glaubt sich verpflichtet alsogleich daraus Schlüsse ziehen zu müssen, ja wenn es thunlich ist, darauf auch eine Theorie gründen zu sollen. Diese Art vorzugehen ist gegen den Geist der Wissenschaft, gegen die Natur ihres Gegenstandes. Man vergisst die unendliche Grösse des Himmels, man vergisst, dass die Dauer der Phänomene nicht alsogleich erkannt wird, man vergisst, dass dasselbe Phänomen sich später verändert zeigen kann und somit seine Phasen anders erscheinen; dass z. B. dieselbe Curve, in einem anderen Theile des Raumes beschrieben, dieselbe Bewegung, indem sie ihre Richtung ändert etc. etc. sich verschieden darstellen müssen; man vergisst insbesondere, dass die Astronomie mit Strenge fordert, dass die Beobachtungen genau seien, dass sie durch eine lange Reihe von Wiederholungen sich als bewährt erweisen, was voraussetzt, wie es natürlich auch vorausgesetzt werden muss, dass man nur nach Verlauf einer beträchtlichen Zeit das Recht erhält auszusprechen, dass das beobachtete Phänomen constant oder veränderlich, periodisch oder permanent ist etc. etc.

Die seit zwei Jahrtausenden bekannte Präcession hat lange genug auf eine Erklärung, auf einen Beweis gewartet und wir fragen heute noch, kennt man die wahre Ursache dieser Erscheinung? kann man sie kennen bei dem gegenwärtigen Zustande der astronomischen Theorie?

Römer liess sich durch seine Imagination verleiten, die Geschwindigkeit des Lichtes zu *bestimmen;* seine Bestimmung ist allgemein angenommen, ohne dass es Jemandem einfiel, selbe durch die Analyse zu beweisen; seine Bestimmung aber ist nur ein Schluss, gezogen aus einer vereinzelten, oberflächlichen Beobachtung eines *einzigen* unbegriffenen Phänomens. Hat man aber die fixe Idee, dass das Licht sich bewegt, so ist man nicht mehr fähig seine Natur zu studieren.

Bradley beobachtet wie die Sterne ihren Ort wechseln, sich im Raume scheinbar verrücken, während eines und des folgenden Jahres; Er findet in ihrer Bewegung die Periode eines Jahres, und gründet darauf seine Theorie der Aberration, deren Wesenheit darin bestehet, dass dieses Phänomen der jährlichen Bewegung der Sterne durch die Geschwindigkeit des Lichtes erzeugt wird. Nachdem er seine mehrjährigen Beobachtungen vergleicht und combinirt, findet er, dass die Bewegung derselben Sterne ihren Character ändert, und dass diese Sterne ihre Ortsveränderung im conträren Sinne fortsetzen; hierauf gründet er eine zweite Theorie,

Digitized by Google

jene der Nutation. Die beiden Theorien sind von der gelehrten Welt mit Gierde, mit einem wahren Heisshunger entgegen genommen, sie werden mit Leichtigkeit erklärt und mit der grössten Evidenz bewiesen, worauf die räsonnirte Wissenschaft stolz ist, womit sie sich rühmt. Nun aber stellt es sich heraus · eben in Folge der Beobachtungen desselben Bradley's, dass weder das eine noch das andere der beiden Phänomene existirt: es gibt weder eine Aberration, noch eine Nutation, aber es gibt eine Bewegung der Sonne und der Erde, welche ununterbrochen und in das Unendliche sich im Raume fortsetzt und deren Spur durch die Sterne erkenntlich gemacht ist. Was wir hier bemerken, ist nicht allein Folge der Sonnenbewegung, sondern auch der späteren Beobachtungen der Sterne; diese Beobachtungen aber können nicht verstanden werden, so lange man die beiden eingebildeten Theorien aufrecht hält.

[13.] Zur Blüthezeit der Explicationen und Demonstrationen konnten mehrere Fragen und Aufgaben der Geometrie und der Mechanik durch die dazumal bekannten Rechnungsmethoden nicht gelöst werden; es musste ein verbessertes Instrument erfunden werden.

Fermat erfand und Newton's Genie entwickelte und wendete die Analyse des Unendlichen an, welche durch seine Nachfolger die möglichst höchste Stufe ihrer Vollendung erreichte. Dieses wundervolle Instrument des — Gedankens — wie man es zu nennen pflegt, musste nun dazu dienen, das *warum* der Himmelserscheinungen zu erklären und zu beweisen.

Ein handvoll unverkennbarer Genies hat sich des Himmels bemächtigt, diese sind nach Newton D'Alembert, Clairaut, Euler, Lagrange und La Place, deren immense und zugleich sublime Arbeiten die Annalen der gelehrten Academien füllten, deren goldene Zeit sich in diese Epoche concentrirt. In der That hatten die Academien nichts als Preise und wieder Preise auszuschreiben, welche alsogleich davon getragen wurden von den berühmten Gelehrten, die sich Geometer nannten.

Keine als wichtig gehaltene Frage blieb ohne endliche Lösung, ohne Investigation, ohne den strengsten Beweis. Die Mechanik des Himmels ist gegründet, befestigt und ist — wie man uns dies lehrt — eine unbestreitbare Wahrheit.

Was thaten während dieser Glanzperiode die eigentlichen Astronomen, die von den Geometern höflichst bei Seite geschoben in den schattigen Hintergrund gestellt wurden? Sie haben ihren Meistern die unentbehrlichen Rechnungselemente, die Früchte ihrer mühevollen vieljährigen Arbeit, die Resultate ihrer Beobachtungen ausgeliefert und waren ganz verblüfft, über die fast genaue Uebereinstimmung der analytischen Resultate mit dem Gegebenen; sie

Digitized by Google

applaudirten nun um so mehr als sie in den Demonstrationen die Bestätigung der Richtigkeit ihrer aufgestellten Theorien, zugleich aber den unwiderlegbaren Beweis der Vollkommenheit des eingeführten Sonnensystems fanden. In der That hatten die Arbeiten der Geometer keinen anderen Zweck, als alles zu beweisen, von der Ausbreitung astronomischer Kenntnisse war keine Rede, das neu erfundene Instrument musste in Anwendung gebracht werden und seine Unfehlbarkeit zeigen, und der Himmel allein konnte es sein, der mit geduldiger Hingebung sich der Analyse unterwarf. So haben die Geometer bewiesen, dass die Planeten nach dem System von Copernik in geschlossenen Curven um die fixe Sonne kreisen müssen, dass sie nach den Gesetzen Kepler's Ellipsen beschreiben müssen; sie haben alle jene Theorien bewiesen, welche die Astronomen aufgestellt haben, sie haben bewiesen, dass die gemachten Beobachtungen vollkommen genau und richtig sind, sie haben aber auch zugleich bewiesen, dass man alles dies und noch mehr beweisen kann, ohne dazu der Astronomie zu bedürfen.

Die Allmacht der mathematischen Analyse wurde somit durch die Nachsicht oder Nachgiebigkeit des Himmels begründet und verstärkt. Die so sehr *einfachen* Phänomene desselben *unterwerfen* sich der Analyse, wogegen jene der Erde sich durchaus nicht unterwerfen wollen. Es ist demnach abermals der Himmel, der das schöne Beispiel einer Toleranz gibt, welche auf Erden nicht zu finden ist.

Dass diese Rechnungsmaschine, die Analyse, eine gute, ja eine scharfsinnige Erfindung ist, dass sie das Mittel an die Hand gibt, schwierige und verwickelte Rechnungsaufgaben leicht, schnell und richtig zu lösen, daran zweifelt wohl Niemand; wenn man aber von ihrer Allmacht spricht und sagt, dass sie in die tiefsten Falten des Himmels eindringt, alle seine Geheimnisse aufdeckt etc. etc., muss man uns erlauben zu bemerken, dass eine anerkannte Macht sich überall bewähren muss — der arme Mensch erwartet von einer Grossmacht auch grosse Dinge. Angewendet z. B. auf die schönen Künste müsste die Analyse die genauen Formen der Symmetrie und der Schönheit, der Harmonie geben, damit diese nicht unablässig mit Füssen getreten werden; auf die Medicin angewendet, müsste sie die Panacée für alle reellen und eingebildeten Uebel angeben; die socialen Fragen betreffend, sollte sie die Formel für die beste der Republiken enthalten, und endlich auf die Philosophie applicirt, müsse sie — mindestens — der Sprach- und Ideenverwirrung die Grenzen anweisen, wenn sie nicht zugleich die Gesetze des Denkens aufstellen will.

In mehreren Büchern findet man bereits eine klare Auffassung des wahren Werthes der Analyse, und die Denker sind darüber einig, dass sie nicht leistet was sie verspricht und dass sie noch be-

Digitized by Google

deutend zu wachsen hat, bevor sie majorenn wird; wir bemerken nur, dass, wenn sie wirklich jenen hohen Werth hätte und jene tiefe Bedeutung, welche ihr von einigen Gelehrten zugeschrieben wird, so müsste sie sich — seit ihrer Erfindung — schon sehr verbreitet haben, und vom Throne an bis in die letzte Hütte eingedrungen sein; würde ihr Nutzen so ausserordentlich sein. so würde sie gleich der Uhr bereits in Jedermanns Besitz sein.

Die Mathematik ist eine abstracte Wissenschaft, sie muss eben ihrer Allgemeinheit wegen abstract sein, besonders in ihrer weiteren Entwickelung nimmt sie den Character der Transcendenz an. Sie ist aber auch unendlich. und Niemandem ist es noch eingefallen zu sagen, dass die Mathematik eine geschlossene Wissenschaft ist. Was man gewöhnlich die höhere Mathematik, die Analyse des Unendlichen nennt, besteht wie bekannt aus zwei Theilen, der Differential- und der Integralrechnung, die sich ergänzen sollen; diese zwei Theile stehen aber nicht auf derselben Entwickelungsstufe, der zweite entspricht dem ersten nicht, und nur wenige der Differential-Gleichungen lassen sich integriren, daher muss man sich statt einer vollständigen Lösung mit Annäherungswerthen begnügen. Was nun eine practische Anwendung findet, das sind ganz kleine Bruchstücke der immensen Wissenschaft, und dass der Analyse sich nicht alles unterwirft, das muss sogar ein Laplace anerkennen. Die practische Astronomie hat mit dieser Analyse sehr wenig, oder besser gesagt, gar nichts zu thun, sie begnügt sich mit der Trigonometrie und mit der Arithmetik.

Nachdem die Analyse gegen alles Irdische ohnmächtig ist, blieb ihr wohl nichts übrig, als ihre ganze Kraft gegen den Himmel zu richten; da sie nun da oben alles in die schönste Ordnung gebracht hat, so können wir ihre Rolle als ausgespielt betrachten.

[14.] Die erstaunlichen und auch wunderbaren Resultate der analytischen Untersuchungen erklären sich durch die vollkommene Kenntniss der Attraction und ihrer Gesetze.

Anziehung oder Attraction, Gravitation, Schwere, immer universal und allgemein, sind Eins und Dasselbe, der Gelehrte hat freie Wahl zwischen den Worten. Legt man ein Object auf die Wage, so findet man seine Schwere — vulgo Gewicht, will man die Attraction kennen lernen, so muss man sie abwägen. Die Körper fallen auf die Erdoberfläche oder auf die Oberfläche welch immer eines Weltkörpers mit einer gewissen Geschwindigkeit, die nach Zeitsecunden gezählt wird, dies ist die Schwere. Die Planeten fallen gegen den Mittelpunct der Sonne, die Satelliten gegen den Mittelpunct ihrer Planeten mit der Schnelligkeit ihrer Angularbewegung, dies ist abermals die Schwere. Die Anziehung ist der

Digitized by Google

Masse proportional; um nun jene der Sonne z. B. zu finden, legt man diese auf die Wage etc. etc.

Ferne sei es von uns Grammatik üben zu wollen, aber eine exacte Wissenschaft, wie die Astronomie eine sein soll, könnte wohl auch exacte Ausdrücke wählen, welche verständlich bezeichnen, was man sagen will; das Wort Schwere — obwohl es von gravitas herstammt — ist nicht astronomisch. wenn die Mechanik einen scrupulösen Unterschied zwischen Schwere und Gewicht legt, so ist dies ihre Sache.

Die Gesetze der Anziehung einmal festgestellt, die Action dieser Kraft folgt von selbst, das heisst, sie kann nur nach den Gesetzen agiren. Aus diesem Grunde findet man, dass die Attraction sich der Analyse unterwirft, und dass man sie leicht berechnen kann; aus diesem Grunde hat man sich zur Aufgabe gestellt, *alle* Phänomene des Himmels und der Erde durch die Anziehung zu erklären. Es handelt sich somit um Ziffern und Zahlen.

Um zu den evidenten, unwiderlegbaren Resultaten gelangen zu können, musste man vor Allem behaupten, dass die Anziehung eine störende Kraft ist, dass sie die alleinige Ursache aller Unregelmässigkeiten und Unordnungen des Himmels ist. Nachdem nun alle Phänomene die Folgen der Anziehung sind, so ist es klar, dass es unausweichlich wird, dass entweder die Phänomene sich den Gesetzen fügen, oder dass die Gesetze sich nach den Phänomenen modeln. Zwischen den zwei Alternativen wählte man alsogleich die erstere, ward aber bald genöthigt sich an die zweite zu halten und die Anziehung muss sich in das Unendliche modificiren, um die unendliche Zahl der Phänomene hervorzubringen. Hier ist nun ein Dilemma, welches den Uebergang zulässt und eine hinlängliche Elasticität gewährt; auch werden wir sehen, dass die grösste Zahl der bekannten und auch unbekannten Phänomene so sein muss, wie dies die Gesetze erfordern. Ein Beispiel hievon ist die Perturbations-Theorie; wenn aber die Phänomene sich nicht beugen wollen, dann, nun dann sind die Gesetze die — Vernünftigeren.

Uebrigens sind die von Newton gegebenen Attractionsgesetze, trotzdem dass sie allgemein anerkannt und angenommen wurden, für die gelehrten Untersucher doch nur Gesetze auf dem Papier, ja ihr Schöpfer ist der Erste, der sie übertritt, der sie nach den Phänomenen modificirt, nach den nöthigen Erklärungen verändert und eines nach dem anderen umstürzt; seinem Beispiele getreu haben seine Nachfolger sie den Umständen angepasst, was die verständigen Menschen gewöhnlich thun.

In diesen Gesetzen finden sich Principien oder vielmehr Voraussetzungen, welche eine schärfere Prüfung nicht aushalten, ja welche selbst den Elementar-Begriffen entgegen sind. In Folge

Digitized by Google

unserer Studien werden wir dies näher betrachten, es genüge hier zu erwähnen. dass die wechselseitige Anziehung nach den Massen die Idee hervorbringen musste, dass alle Weltkörper gegenseitig aufeinander einwirken und es ist laut ausgesprochen, dass die kleinsten dieser Körper eben so gut eine Action auf die grössten ausüben. wie diese — ganz den Gesetzen gemäss — auf die kleinsten. Nun lehrt aber die Mechanik, dass die Wirkung, Erfolg oder Resultat der Action zweier oder mehrerer Kräfte durch ihre Resultanten gegeben ist; wenn nun zwei Weltkörper — der eine gross, der andere klein — sich gegenseitig anziehen, so sind die beiden im gleichen Sinne wirkenden Kräfte in derselben Geraden, woraus folgt, dass die Resultante der beiden Actionen entweder die Summe oder die Differenz beider Kräfte ist; sie ist die Summe, wenn die Attraction die Vereinigung beider Körper bezweckt, die Differenz, wenn die Körper sich von einander entfernen wollen. Es ist aber an sich klar, dass die kleinere Kraft im ersten Falle gänzlich verschwinden muss und die grössere den Ueberschuss ihrer Action behält? Ist es nicht klar — wenn man bedenkt, dass die Weltkörper sich im Raume versetzen — dass es absolut unmöglich ist, dass der kleinere Körper welch immer eine bemerkbare Action auf den grösseren ausübe, vorausgesetzt, dass die Grössen durch die Massen repräsentirt sind?

Würde die Thesis strenge wahr sein, so müsste die Erde gegen den Stein fallen, welcher auf ihre Oberfläche fällt, in dem Verhältniss der beiden Anziehungen, was absurd ist.

Es ist in Folge dieser Art Anschauung, dass man z. B. eine Menge von Störungen sich einbildet, welche die Erde dem Mond und dieser der Erde verursacht. Diese ist die Wechselseitigkeit der Attraction, welche als bleibend thätige Kraft verschiedene Erfolge hervorbringt.

Indem man sich an die Moleculen wendet, sagt man, dass eigentlich diese es sind, die anziehen und angezogen werden, es ist demnach ihre Summe, ihre Menge, welche die Grösse der Attraction gibt; da aber die Summe der Moleculen — sonst auch Atome, oder nach der neuesten Schule Sonnenstäubchen genannt — die Masse selbst ist, so ändert die Version gar nichts; indessen gelangt man durch dieses Mittel zu dem Schlusse, dass eine Masse nicht mehr angezogen werden kann, als sie Moleculen enthält, das heisst, indem die Anziehung nach den Massen und wechselseitig ist, kann kein Körper auf den anderen eine grössere Anziehung ausüben, als er selbst von dem anderen erleidet: Grösse oder Quantität der gegenseitigen Anziehung ist demnach dieselbe.

Frägt man nach dieser Betrachtung, übt die Sonne eine stärkere Action auf die grossen als auf die kleinen Planeten aus? so

Digitized by Google

wird man ohne langes Bedenken sagen, dass je mehr Masse ein Planet hat, desto mehr wird er von der Sonne angezogen, dass folglich die ausgeübte Action gleich der erlittenen ist. Das Sonnensystem hat bis heute auf diese Frage keine Antwort gegeben; die Entfernungen, Massen und Geschwindigkeiten, so wie diese theoretisch bestimmt sind, geben darüber keine Aufklärung. Was demnach die Theorie über diesen Gegenstand sagt und lehrt, was sie Determination nennt, stützt sich nicht auf Beobachtungen.

Damit die Sonnenanziehung nach den Gesetzen wirken könne, ist die Unbeweglichkeit der Sonne unerlässlich, denn die Analyse bedarf eines fixen Mittelpunctes; wenn — ohne Ausnahme — alle Weltkörper sich bewegen, so kann die Analyse die während des Fluges ausgeübte Action nicht bestimmen und es scheint, dass ein Gesetz noch im Rückstand ist, welches die Anziehung im Verhältniss der Geschwindigkeiten agiren lässt; da indessen nach der Theorie die Bewegung von der Anziehung selbst hervorgebracht wird und somit die Geschwindigkeit repräsentirt, so wird es klar, dass die Attraction veränderlich sein und jedesmal auf eine andere Art wirken müsse.

[15.] Zwischen Ursache und Wirkung liegt die Action, die Art und Weise den Erfolg hervorzubringen. Diese Art der Action einer Naturkraft ist, was wir für ein undurchdringliches Geheimniss halten, für etwas dem Menschengeiste Unzugängliches. Die Attractions-Theorie glaubt in dieses Geheimniss eingedrungen zu sein, dasselbe enthüllt zu haben durch das Gesetz, welches vorschreibt, dass die Anziehung umgekehrt proportional sei dem Quadrate der Entfernung. Dies ist aber noch immer nicht das Gesetz der mechanischen Action, in welche die Theorie durch ihre Erklärungen gleichfalls eindringt; doch bestimmt das Gesetz die steigende und fallende Action im umgekehrten Verhältniss der Entfernung.

Die Anziehung übt sich durch die Mittelpuncte der sphärischen Weltkörper aus, in welchen die Totalität der Kraft vereint ist. Der Ausgangspunct für die Distanz ist demnach das Centrum. Die Einheit der Anziehung und der Entfernung ist willkürlich, sie kann der Halbmesser der Sphäre oder die Distanz irgend eines Weltkörpers zum andern sein. Wenn z. B. die Sonnenanziehung auf Neptun die Einheit ist, so wird sie in der Mercursdistanz 6022, ist die Einheit der Anziehung jene auf die Erde, so wird sie in der Distanz Neptun's 900 mal kleiner etc. etc.

Man kann eigentlich nicht klar entnehmen, wie Newton zu diesem Quadratgesetze des Himmels gekommen ist, welches er selbst später in ein Cubikgesetz verwandelt, wenn sich die Gelegenheit dazu bietet. In der That ist es gleichgiltig, ob die Action nach den Vierecken oder den Würfeln, nach den einfachen Distan-

Digitized by Google

zen oder nach irgend einer ihrer Wurzeln vor sich gehet, das Wesentliche ist, dass die Kraft mit der Entfernung abnimmt, dass die Attraction sich abschwächt. Es ist wahrlich schwer zu begreifen, wie eine Kraft, deren Menge oder Grösse durch eine unveränderliche Masse gegeben ist, abwechselnd wachsen und abnehmen soll? Wenn man aber noch hinzufügt, dass die Geschwindigkeit dieser Kraft unendlich, folglich ihre permanente Action zugleich augenblicklich ist, was Laplace durch die Analyse beweiset, so kommt man in volle Verwirrung.

Wo liegt der Grund, wo ist die Ursache der Verminderung einer Kraft, deren Grösse und Action constant und augenblicklich, deren Geschwindigkeit unendlich ist? Diese ist eine jener Fragen, auf welche die Naturphilosophie keine Antwort hat.

Combinirt man die hier vorgeführten Ideen über die Anziehung, überlegt man den Zusammenhang der Bewegungen aller zum Sonnensystem gehörigen Weltkörper, so gelangt man zu der Ansicht, dass z. B. die Sonne auf alle zu ihrem System gehörigen Körper auf eine und dieselbe Art einwirkt, sie alle mit derselben Kraft anziehet, ohne Rücksicht auf ihre Masse, Entfernung und Geschwindigkeit.

Diese unsere Bemerkung ist aber unverständlich für alle Jene, die sich für das System von Copernik und damit zu der Fixität der Sonne bekennen; klar wird sie aber für Jeden, der bedenkt, dass die im Weltraume ewig sich fortbewegende Sonne ihr System mit sich führt, dass keiner ihrer Angehörigen zurückbleibt, dass diese ihre Distanzen von ihr beibehalten; es ist wohl klar, dass sie Alle mit derselben Geschwindigkeit der Sonne folgen, ohne Rücksicht auf ihre Circulationsperiode, ohne Rücksicht auf ihre eigene Geschwindigkeit.

Muss man es nicht mit Trauer sehen, dass unbegreifliche Dinge gelehrt werden, welche die Vernunft zurückweiset; dass man die Früchte der Einbildung für Wissenschaft, für unbestrittene Wahrheiten ausgibt? Wir werden sehen, wie die gelehrten Geometer die Anziehung und ihre Gesetze handhaben, wie sie diese agiren lassen, und der Leser wird fragen: was nennt man denn eigentlich eine exacte, eine unfehlbare Wissenschaft, deren Thesen, Propositionen etc. etc. die Evidenz selber sind, die nur die reinste Wahrheit enthält? Und hatte der Leser die Idee, dass die Kraft der Wissenschaft in einer eisernen Consequenz bestehet, mit welcher alle Principien, alle Gesetze — welche gleichfalls unveränderlich sein sollen — angewendet werden, so wird er diese seine Idee in dem theoretischen Theile der Astronomie nicht realisirt finden.

Digitized by Google

Folgerecht sein, treu bleiben, fest halten an seinen Grundsätzen ist wohl ein schweres Ding. Die Consequenz aber ist von reellem Werthe, der in der Wissenschaft eine hohe Bedeutung erhält; sie verdiente demnach etwas mehr Aufmerksamkeit, als man ihr gewöhnlich zuwendet.

Da ist z. B. Bradley, dessen höchst merkwürdige Beobachtungen der Astronomie eine neue ungeahnte Welt aufschlossen, dessen unverkennbares Genie ihn befähigte, klar zu sehen, der — von den Bewegungen der Sterne sprechend — welche er so genau beobachtet hat — sagt: „*dass die Veränderungen der bezüglichen Stellungen der Sterne von einer so grossen Verschiedenheit der Ursachen abhängen können, dass wahrscheinlich die Beobachtungen mehrerer Jahrhunderte nöthig sein werden, bevor man zur Entdeckung ihrer Gesetze gelangt.*“ Dieser Bradley gründet auf die Beobachtungen einiger Jahre zwei verschiedene Theorien über dasselbe Phänomen, und beide werden als Gesetze anerkannt, angenommen und noch heutzutage in Schulen und Büchern gelehrt.

In allen Theilen der erklärenden Astronomie findet man Widersprüche; erkannte und nicht zugehaltene Gesetze; die einfachsten Elementarbegriffe vernachlässiget; überall begegnet man Ungenauigkeit, hie und da einen Leichtsinn, mit welchem die wichtigsten Fragen behandelt werden. Einer Wissenschaft, welche sich als unfehlbar vorstellt, muss ein einziger Gegenbeweis genügen, um sich auf ihren eigentlichen Werth zurückgeführt zu sehen. In Folge unserer Studien werden wir nicht ein, nicht mehrere, sondern eine wahre Masse von Beispielen aufhäufen, ohne dass wir in die Totalität der Doctrinen eingehen.

[16.] Die Astronomie hat so wenig als die Philosophie, so wenig als überhaupt der Mensch oder die Menschheit je ein Princip aufgestellt, woraus ein stetes und sicheres Vorschreiten, eine natürliche Entwickelung folgen könnte. Der Sätze genug, der Gesetze in Fülle, aber keinen Grundsatz gibt es. Ein gesetzter Satz ist ein Gesetz, dies ist der Sinn der wissenschaftlichen Gesetze. Die Ursache aber, warum der Mensch kein Princip finden kann, ist, dass das Princip die Natur selbst ist.

Die theoretische Astronomie — durch Newton personificirt — hat den Satz aufgestellt, dass die Mechanik des Himmels durch die Attraction geleitet wird. Nach Newton hat Laplace gesagt, dass alle Himmelserscheinungen — ohne alle Ausnahme — durch die Attraction allein zu erklären sind; nach Laplace sagen alle Astronomen, dass die Wissenschaft als *geschlossen* zu betrachten ist, dass ihren Nachfolgern nichts anderes übrig bleibt, als die später entdeckten Phänomene ebenfalls auf die Attraction zurückzuführen. Sagt man nun, dass die eigentliche astronomische Wissenschaft die Theorie

Digitized by Google

ist, dass es die Attractionslehre ist, welche dieser Wissenschaft den Stempel der Unfehlbarkeit aufdrückt, dass sie die Mechanik des Himmels vollkommen erklärt, indem sie mit Hilfe der Analyse — die alles klar beweiset — in das Heiligthum des Weltalls eingedrungen und alle seine Geheimnisse aufgedeckt hat etc. etc. etc., so sollte man wähnen, dass die Attraction selbst genau gekannt und somit ihre Theorie auf festem Fusse ist. Es stellt sich aber einfach heraus, dass man von dieser immensen, unergründlichen, unbegreiflichen Naturkraft, insbesondere aber über ihr Wesen und Walten, ganz und gar nichts weiss und auch nichts wissen kann.

Es sind somit über die Anziehung — oder wie man sich gerne ausdrückt — über ihre Natur, nur verworrene Ideen vorhanden, die, einmal aufgestellt, so lange fort und fort gesponnen werden, bis von ihnen nichts weiter übrig bleibt. In der Theorie der Fluthen z. B. wirkt die Attraction nicht mehr nach dem Quadrate, sondern nach dem Würfel der Entfernung; der Mond übt auf die Erde eine stärkere Action als die Sonne, und es scheint, dass jeder Seehafen seine eigene Sonn- und Mondanziehung habe.

Die Sonne wirkt überhaupt auf so vielerlei Art auf die Erde ein, als diese Moleculen besitzt; sie wirkt auf einzelne, abgesonderte Theile der Erde nach ihrer Phantasie oder sie wirkt gar nicht; was sie jedoch nicht hindert, den Mittelpunct des Planeten nach dem Quadratgesetze anzuziehen. Ist dies nicht eine wundervolle Erfindung einer veränderlichen Anziehung, welche zu gleicher Zeit stärker und schwächer ist, zu gleicher Zeit wirkt und nicht wirkt?

In den zwei Theorien der Präcession und der Nutation ist die Art und Weise der Anziehung noch erstaunlicher; da sucht sich die Sonne gewisse Theile der Erdoberfläche aus, auf welche sie insbesondere agirt, um die Präcession hervorzubringen; sie wirkt aber auf dieselben Theile gar nicht, um die Nutation zu produciren; wirken und nicht wirken zugleich ist wohl mehr als ein — Mirakel.

Wie kann man aber diese und viele ähnliche Incongruitäten vereinigen mit den genauen Bestimmungen (Determinationen), Demonstrationen, Principien, Gesetzen etc. etc., welche man mit so vieler Mühe hervorbrachte? Nachdem man durch die Allmacht der Analyse beweiset, dass die Sonne auf die Erde — ein Revolutions-Sphäroid — so einwirkt, als wäre die Gesammtmasse in ihrem Mittelpuncte vereinigt, dass alle ihre Theile, die Gesammtheit ihrer Moleculen, somit auch ihre Wässer und Atmosphäre als zur soliden Masse gehörig betrachtet werden müssen, folglich gleichfalls im Centrum vereinigt sind; nachdem man klar bewiesen hat, dass die Sonne auf die Erde und ihren Mond so agirt, als wären diese beiden Körper in ein Centrum vereinigt etc. etc., lässt

Digitized by Google

man sie nach Willkür so oder so, auf diesen oder jenen Theil besonders einwirken.

Man kann somit — ohne seinen Gedanken zu verbergen — sagen, dass durch die Theorie der Attraction — diese in ihrer Gesammtheit genommen — durch die Anwendung ihrer Gesetze auf die Beweise des *Warums* der Phänomene, der Hausverstand zugleich mit der Vernunft buchstäblich mit Füssen getreten werden.

Dies ist der Grund, aus welchem Viele — unter diesen auch Gelehrte, eine gewisse Scheu vor der Attraction haben, und gar nicht ferne sind, rund herauszusagen, dass sie gar nicht existirt. Auch hat man ihr wiederholt schon andere Kräfte substituirt; der Eine die Impulsion, der Andere die Repulsion, ohne zu bedenken, dass man mit der Substitution einer Unbekannten durch eine Andere gar nicht weiter kommt.

Die Anziehung der Erde z. B. ist auf ihrer Oberfläche wahrnehmbar; durch aufmerksames Beobachten ihrer Phänomene kann man zu der Ueberzeugung gelangen, dass eine anziehende Kraft wirklich da ist, und es ist erlaubt, ja es ist vernünftig zu denken, dass die übrigen Himmelskörper — welche man gleichfalls als materielle annimmt — dieselbe Kraft besitzen. Wenn aber die Existenz einer anziehenden Kraft nicht mehr in Zweifel gezogen ist, so bleibt doch noch die grosse Frage aufrecht, auf welche Art die Weltkörper auf einander einwirken? Ob diese lösbar ist oder nicht? ist eine andere Frage.

[17.] Während man mit Feuereifer an der Befestigung des Systems von Copernik arbeitete, während man auf alle mögliche Art und durch verschiedene Mittel klar bewies, dass die Sonne unbeweglich ist, kömmt die Entdeckung, dass sie sich bewegt. Diese Entdeckung ist die colossalste, welche der Mensch machen konnte, die sich bewegende Sonne ist die Transformation der Astronomie, vielmehr ihre Wiedergeburt; sie ist das Fundament einer theoretischen Wissenschaft, welche in Wahrheit gegenwärtig noch nicht da ist.

Im strengen Sinne des Wortes ist dies keine eigentliche Entdeckung, kein Name, kein Unsterblicher ist mit ihr in Verbindung; die eigene Bewegung der Sonne war gleichsam vorausgefühlt, die Meinungen der ältesten sowohl als der neuen Zeit waren immer zwischen Ja und Nein; dass man sie endlich anerkennen musste, war eine unausweichliche Nothwendigkeit.

Die Rotation der Sonne, länger schon bekannt, führte natürlich auf die Idee ihrer Translation, welche jedoch von vielen ungläubigen Astronomen für unmöglich gehalten wurde.

Die eifrigen und genialen Beobachter der Sterne, unter ihnen Cassini und Bradley, fangen an, über die wahrscheinliche Trans-

Digitized by Google

lation des Sonnensystems Ideen auszusprechen, welche nach und nach Eingang finden, festen Fuss fassen und zur Ueberzeugung führen. Alsbald fing man an zu untersuchen, in welcher Richtung des Himmelsraumes ihre Bewegung vorgeht und mit welcher Geschwindigkeit? Höchst sonderbar! Die sich bewegende und ihr System mit sich fortreissende Sonne stört nicht im geringsten die stoische Ruhe der gelehrten Geometer und Astronomen, sie fahren fort ihre Theorien zu befestigen; die Planeten kreisen noch immer um den Mittelpunct der Sonne, in geschlossenen Ellipsen nach dem Flächengesetz; die in sich rückkehrenden Bahncurven haben noch immer ihre Axen und ihre unveränderlichen Ebenen; das System behält seine bewiesene Vollkommenheit, das heisst, die Sonne bleibt fix, trotzdem dass sie geht, und während man ihre Richtung und Geschwindigkeit sucht, lehrt man in den Büchern und in den Schulen, dass sie sich gar nicht rührt!

Wir sagen aber, dass eine Wissenschaft, welche von dieser immensen Entdeckung keine Lehre ziehen, keine Anwendung machen kann, auch keine Lebenskraft besitzt; sie ist eine todte Wissenschaft, sie ist erstickt eben von jenen erstickt, deren Pflicht es ist, ihr Leben zu sichern, sie dem Gedeihen entgegen zu führen.

Sucht man nach der Ursache — oder vielmehr nach den Ursachen — dieses unbegreiflichen Gleichmuthes, dieser Gefühllosigkeit oder Unempfindlichkeit, dieser unerklärlichen Indifferenz und zugleich Indolenz, mit welchen die Astronomen der mobilen Sonne gegenüber sich benehmen, so verfällt man in ein psychologisches Studium, das nur Trauer erregt, und betrachtet endlich das Phänomen als das Werk jener Fatalität, die unausweichlich hervortritt, wenn die untergeordneten Fähigkeiten oder Eigenschaften des Menschen die Oberhand gewinnen.

Wenn die sich bewegende Sonne alle auf ihre Fixität gegründeten Theorien und Dogmen mit einem Schlage vollkommen vernichtet, sollte man sich nicht vielmehr freuen, dass hiedurch möglich wurde, eine Wissenschaft zu begründen, und dass sich eine Aussicht öffnet zu einem reellen Fortschritt? Die Sonne in Bewegung ist ja die Schöpferin einer Astronomie, die Verwirklichung des Traumes aller Denker, eine rationelle und verständliche Astronomie ist die allgemeine Erwartung, die Sehnsucht aller Welt. Wozu nun das Zögern, eine — wenn auch riesig scheinende — Arbeit zu beginnen, welche doch früher oder später unausweichlich gethan werden muss?

Es handelt sich nicht darum, etwas Vollkommenes, etwas ewig Dauerndes hervorzubringen, zwischen des Menschen Geistesfähigkeit und dem Himmel ist keine Parallele möglich, es handelt sich um eine Annäherung an die Realität, um einen Fortschritt, der nun

Digitized by Google

möglich geworden. Diese Möglichkeit ist aber schon gegeben durch die Beobachtungen der Alten sowohl als der Neuen; studiert man diese in ihrem Zusammenhange als ein Ganzes, so gelangt man zu einem Resultate, welches erlaubt, Schlüsse zu machen, die an Werth bei weitem jene übertreffen, welche man bis heute — auf gut Glück — der Imagination sich preisgebend zu machen wagte; man gelangt so zu Kenntnissen, und zu viel wichtigeren Begriffen, als die leidigen Fragen es sind, mit welcher Geschwindigkeit z. B. das Licht läuft, oder auf welche Art die Anziehung agiren muss, um dieses oder jenes beobachtete oder auch nur eingebildete Phänomen hervorzubringen.

[18.] In den meisten Büchern wird der Sonnenbewegung kein anderer Erfolg zugeschrieben, als die parallactische Veränderung gewisser Constellationen; die Vergrösserung nämlich, die Ausdehnung jener, gegen welche sich die Sonne nähernd richtet, die Verkleinerung oder Zusammenziehung der entgegengesetzten.

Man hat sich an die Idee gewöhnt, dass die Sonne — in Bezug auf ihr System — als fix betrachtet werden kann, indem man sich einbildete, dass es die unabänderlichen Bahnebenen sind, welche den Mittelpunct der Sonne durchschneiden und zugleich sich mit ihr fortbewegen; die an diese Ebenen fest gebannten Planeten zählen durchaus nichts.

Ferner wird es in den Büchern gelehrt, dass bis zu unseren Tagen man noch kein Phänomen entdeckt oder beobachtet hat, welches den Gang der Sonne anzeigt. Wie will man denn eigentlich, dass dieser Gang sich beurkunde, welche Phänomene erwartet man um sich davon zu überzeugen? Wollte man aufrichtig sein, so müsste man sagen, dass *„obwohl wir fast ausschliesslich die Bewegung beobachten, so studieren wir dieselbe dennoch nicht;“* denn das Factum ist, dass ein ernstes Studium derselben zu der Erkenntniss führt, dass es nicht ein einziges Phänomen der Himmelsbewegung gibt, welches nicht mehr oder weniger die Bewegung der Sonne direct oder indirect angebe. Hat man somit noch keine solche Beobachtungen aufzuweisen, die für Jedermann verständlich und deutlich sprechen, so folgt hieraus noch nicht, dass man die Bewegung der Sonne ignoriren müsse.

Dieser nicht kalt und nicht warm machenden Anschauung ziehen wir die von mehreren Autoren gegebene categorische Erklärung vor, nach welcher *„die Astronomen mit der absoluten Bewegung im Raume sich nicht befassen, sondern nur die relativen betrachten; so z. B. die Bewegungen der Planeten, welche sich auf die Sonne beziehen.“*

Absolut und relativ sollen hier Synonyme sein für Wahr und Scheinbar. Das Wort *„Scheinbar“* bezeichnet, dass man die Phä-

Digitized by Google

nomene des Himmels nicht anders sehen und beobachten kann, als sie sich unserer Vision darstellen, als sie unserem Auge erscheinen. In der Astronomie hat dieses Wort keine andere Bedeutung, es deutet aber an, dass die Phänomene auch anders sein können, als sie sich uns zeigen.

Es frägt sich nun, glaubt die Theorie, dass die absolute Bewegung der Planeten im Raume sich nicht auf die Sonne bezieht, oder glaubt sie, dass die Bewegung der Planeten, welche sich auf die Sonne bezieht, nicht absolut im Raume vorgeht? Dadurch dass sie die siderischen Umlaufszeiten aufgestellt haben, liefern die Astronomen den Beweis, dass sie *nicht* die auf die Sonne relativen Bewegungen der Planeten betrachten.

Der practische Astronom ist gehalten, nur die relativen, die scheinbaren Bewegungen zu betrachten, und diese als Grundlagen seiner Berechnungen anzunehmen. Wenn er nur im mindesten sich vom Scheinbaren entfernt, so haben seine Rechnungen — insbesondere wenn sie eine Vorhersagung sein sollen — keinen Werth mehr; denn nur dasselbe Scheinbare wird wieder erscheinen.

Der practische Astronom hat mit jener Theorie, welche das *warum* der Phänomene sucht, nichts zu thun, es ist ihm ganz gleich, ob dieses oder jenes System angenommen, diese oder jene Gesetze gebracht wurden, also ganz gleich, ob System oder Gesetze da sind oder nicht, er hält sich direct an den Himmel selbst und thut wohl daran.

Nun aber lässt sich auch der practische Astronom verleiten, Schlüsse zu ziehen aus Beobachtungen und deren numerischen Bestimmungen, welchen eben das mangelt, was er nicht studiert; und dies ist die absolute Bewegung.

Auf die Realität der Himmelserscheinungen kann man nur durch das Scheinbare schliessen, da die wahre Bewegung im Raume keine directe Beobachtung zulässt. Setzt man aber voraus, dass die Realität durch das System oder durch die Gesetze repräsentirt ist, so hat man den umgekehrten Weg eingeschlagen und gelangt zu keinem brauchbaren Resultate, ja man muss sich vom Ziele entfernen. So stellt es sich nun heraus, dass die Astronomen, im Gegensatze zur obigen categorischen Erklärung, nicht jene Bewegungen der Planeten in Betracht ziehen, welche sich auf die Sonne beziehen, indem sie im Sinne des etablirten Systems ihre Beobachtungen machen und nicht allein die Umlaufszeiten sondern auch die Rotation der Erde auf die Sterne beziehen.

Sind nun Sonne und Sterne gleich fix, so müssen sich die Planetenbewegungen gleichzeitig auf beide beziehen, und kein Unterschied kann zwischen den siderischen und anderen Revolutionen stattfinden, da aber z. B. siderisch und tropisch zwei verschiedene Dinge sind,

Digitized by Google

und die Astronomen den Vorzug den Sternen einräumen, so liefern sie auch *den* Beweis, dass sie die Bewegung der Sonne und ihres Systems nicht begreifen, dass sie die Art des Ueberganges vom Scheinbaren auf das Reelle nicht aufgefasst haben. Wenn nun die Astronomen, zufrieden mit den Ebenen und den Flächen, mit dem Studium der absoluten Bewegung im Raume sich nicht befassen wollen, so können sie sich auch die Mühe ersparen, die Phänomene zu erklären und zu demonstriren, Theorien aufzustellen und Gesetze zu machen; denn es ist evident, dass sie — leeres Stroh dreschen.

[19.] Die Beobachtungen der Sterne, welche seit Bradley mit Eifer und Geschick fortgesetzt werden, haben deutlich dargethan, dass ihre Geradaufsteigungen und Abweichungen jährlichen Aenderungen unterworfen sind; sie haben dargethan, dass diese Variationen sich fortsetzen ohne Unterlass. Ein specieller Fall der fortgesetzten Zunahme der Rectascension der Sterne ist das Phänomen, welches man seit zweitausend Jahren unter dem Namen Präcession — Vorrückung der Nachtgleichen kennt.

Diese ununterbrochene Versetzung der Sterne am Firmament und ihrer Coordinaten lehrt uns, dass eigentlich weder eine Präcession oder Vorrückung, noch — wie dies in den Büchern vorkömmt — eine Retrogradation existirt; es existirt aber — wenn man es so nennen will — eine (nicht allgemein gleiche, sondern eine) gemeinschaftliche Präcession, ein allgemeines Vorrücken: dass alle Sterne ohne Ausnahme, also der ganze gestirnte Himmel selbst, sich zu verrücken oder sich zu versetzen, ihren Platz im Raume zu wechseln scheinen, in Folge der Stellungsänderung des Sonnensystems im Raume.

Die allgemeine Präcession heisst demnach „*Sonnenbewegung.*“

Das Phänomen ist in der That einfach; nachdem wir unsere Lage oder Stellung (Ort) im Raume ändern, wechseln, bietet uns das Himmelsgewölbe einen andern Anblick, eine veränderte Ansicht dar, und die Frage über die Richtung der Sonnenbewegung reducirt sich auf die Frage ihrer Bahn; zur Auffindung dieser Bahn wird das Studium ihrer Bewegung führen, welche bereits bemerkbar gemacht ist theils durch die Sternenbeobachtungen, theils durch die — heute noch unbekannte — Bewegung der Erde.

Das System Copernik's, die Gesetze Kepler's und die Gravitations-Theorie oder Attractions-Gesetze Newton's bilden das Fundament der astronomischen Theorie, und man ist einig darüber, dass diese drei Doctrinen sich gegenseitig unterstützend und beweisend ein und dasselbe Ganze bilden. Nach den drei genannten Unsterblichen hatten die Nachfolgenden nichts weiter zu thun, als ihre Beweise so zu führen, wie dies das System und die Gesetze erfordern; d. h. der Himmel und die Natur müssen sich der mensch-

Digitized by Google

lichen Einbildung fügen. Auf diese Art konnte nun Laplace sagen: dass das System Copernik's, dessen Richtigkeit mit jeder neuen Theorie, mit jeder analytischen Untersuchung fester und fester wurde, bis es endlich *„den höchsten Grad der Gewissheit"* erreichte. *„Wenn die Grossen bauen — sagt Schiller — haben die Kärrner zu thun."* Es ist bekannt, dass die Kärrner aus Leibeskräften an der Aufführung des Gebäudes mitarbeiten, in der Regel aber weder den Bauplan zu prüfen, noch die Materialien zu untersuchen pflegen; sie werden demnach nie durch die Idee beunruhigt: *„wird der Bau stehen bleiben, wird er zusammenstürzen!"*

Um die Fundamente des astronomischen Baues zu erschüttern, das Gebäude selbst wie ein Kartenhaus umzustürzen, war die kleinste Bewegung der Sonne hinreichend, und die zerstreuten Ruinen zeigen den Werth der Construction sowohl, als jenen des angewandten Materials.

Die aufmerksame Beobachtung der Sterne, die Entdeckung ihrer constanten Variationen langt schon allein hin, die drei *grossen* Theorien der erklärenden Wissenschaft zu vernichten; die Präcession, die Aberration und die Nutation verschwinden zugleich vom Schauplatze. Man muss sie nicht bedauern, sie waren nicht lebensfähig.

Das System des Copernik hat die sich bewegende Sonne vernichtet; man soll auch dieses nicht beweinen, denn es war *gegen* die Beobachtungen, gegen die Elementar-Begriffe, gegen die Natur selbst.

Die beiden ersten Gesetze Kepler's sind ausgelöscht, da der Himmelsraum weder Ellipsen und Ebenen, Flächen, Axen, noch Brennpuncte kennt; sein drittes Gesetz ist problematisch, da man nicht mit Sicherheit angeben kann, dass der Himmel das Zahlensystem angenommen und die Quadrate und Würfel insbesondere lieb gewonnen hat; so viel stellt sich indessen heraus, dass die halben grossen Axen der Planetenbahnen nicht zugleich die Sonnenfernen sein können, und dass die siderischen Umläufe keine Umläufe sind. Das Verhältniss zwischen Umlaufszeiten und Entfernungen — wenn es auch wirklich bekannt wäre — gibt die Bahngrösse noch nicht.

Die Attractionsgesetze endlich sind zwar sowohl durch die allgemeine Bewegung als auch durch jene der Sonne vernichtet; sie bedurften aber aller dieser Kräfte nicht, da sie sich selbst entleibten; man muss sie nicht beklagen, sie waren — mehr noch in ihrem Detail, als in ihrer Generalität — gegen den gesunden Menschenverstand. Die Inconsequenz, das Herumtappen und die Imagination sind schlechte Gesetzgeber.

Digitized by Google

Was bleibt noch übrig? Fast gar nichts, und die raisonnirte Wissenschaft ist in ihrer Totalität vernichtet. Wenn man dennoch fortfährt, in den Schulen zu lehren, was zu lehren man sich gewöhnt hat, so wird der Student lernen, was *„nicht ist,“* ohne einen Begriff davon zu erhalten, *„was ist.“*

Wenn nun ein Astronom sagt: dass *„das System von Copernik das einzig mögliche ist,“* so meint er, dass die Sonnenbewegung eine Unmöglichkeit ist; sagt er zugleich: dass mit dem Systeme die *ganze* Astronomie steht und fällt, so meint er, dass vor Copernik keine Astronomie existirt hat, und nach dem Falle seines Systems abermals keine existiren wird; er meint ferner, dass die eigentliche Astronomie das ist, was man sich über den Himmel und über die Ursachen der Phänomene — eingebildet hat.

Wenn wir von der astronomischen Wissenschaft anderer Meinung sind, so hat dies keine Bedeutung, denn die Divergenz der Meinungen ändert die Sachlage nicht; wir werden aber nach und nach der immensen Kluft gewahr, welche zwischen den genauen Beobachtungen uud den unzeitigen Begriffen und jämmerlichen Ideen liegt, welche man sich von den Himmelserscheinungen und ihren Ursachen gemacht hat?

[20.] Laplace ist es, der sich vermass, auszusprechen, dass der Himmel, das Weltall — also die Natur selbst — ein *„Problem der Mechanik geworden ist.“* Nach Laplace sagen — wie es dem Echo geziemt — die officiellen Gelehrten: *„dass nach der Promulgation der Attractionsgesetze die Astronomie als geschlossen zu betrachten ist, und dass ihre Nachkommen nichts weiter zu thun haben, als alle ihre allfälligen Entdeckungen aus den Gravitationsgesetzen zu erklären, auf diese zurückzuführen etc. etc. etc.“*

So seicht nun diese Auffassung des unendlichen, unbegreiflichen Alls ist, so seicht ist die Idee über das Wesen der Wissenschaft. Was ist der Zweck — fragen wir — der Astronomie? Ist es nicht das Studium der Himmelserscheinungen, ist es nicht das Streben, sich Kenntnisse zu verschaffen, wenigstens über den uns sichtbaren Theil des Himmels und der Körper, welche sich in seinen Räumen bewegen? Nun fragen wir weiter, ist auch der Himmel als geschlossen zu betrachten, und hat die ungeheure, erhabene Natur den Menschen nichts weiter zu lehren? Wenn somit die Astronomen sagen: dass die Wissenschaft geschlossen ist, so meinen sie *ihre* Wissenschaft, und, indem in der Erklärung der Sinn einer Art Abdication liegt, enthält sie zugleich das Bekenntniss der Ohnmacht, die Wissenschaft ihrer weiteren Entwicklung entgegen zu führen. Wenn nun von den ämtlichen Dienern Asträa's nichts weiter zu erwarten ist, so muss man sich nicht wundern,

Digitized by Google

wenn in ihrer Verzweiflung die Astronomie von der Höhe der Sternwarte geraden Weges sich in den gesalzenen Alcohol stürzt *).

Es scheint in der That, dass die Observatorien — dem Geschicke alles Irdischen folgend — stufenweise einer Verwesung entgegen gehen; das Berühmteste unter ihnen hat sich in der neuesten Zeit in ein meteorologisches Telegrafenbureau umgewandelt, und so wachsen Thermometer und Barometer, Wind und Regen zu Mächten in unserer Zeit heran; kein Zweifel, dass diese, noch viel genauer als die Astronomie, das wahre Maass des menschlichen Geistes angeben werden.

Mit der *„geschlossenen Wissenschaft"* wollen aber die Astronomen sagen: dass sie alles das wissen, was in den Himmelsräumen vorgeht und wie es vorgeht. Wie sie zu dieser Allwissenheit gekommen sind, das erzählt die Sonne.

Im Allgemeinen ist das menschliche Wissen eine verschwindende Grösse, der Natur gegenüber hat aber das Wort *„Wissen"* gar keinen Sinn. Die Raumbewegung der intellectuellen Fähigkeit ist scharf begrenzt, das Maximum des Erreichbaren ausgesteckt; dies ist die Erkenntniss der Thatsachen, die rationelle Auffassung der Naturerscheinungen, wie diese in der Wirklichkeit sind; was darüber hinaus ist, gehört in das Reich der Phantasie, die sich selbst ihre Welt schafft, und diese — mit Recht — als ihr unbestreitbares Eigenthum betrachtet.

Dass das Erkennen der Thatsachen sehr schwer ist, dass es ohne ein tiefes, unablässiges Studium, ohne anhaltendes Nachdenken gar nicht erreichbar ist, wird sich in Folge unserer Betrachtungen mehr und mehr klar herausstellen.

Die Fundamentalsätze der astronomischen Theorie, Copernik's System, Kepler's und Newton's Gesetze, sind nicht aus der Erkenntniss der Thatsachen abgeleitet, sie sind individuelle Meinungen, Ansichten, Ideen oder Anschauungen, dem Himmel angepasst; da sie allgemein angenommen wurden, fragte man nie, ob denn die Ansicht eines — obwohl intelligenten, doch aber — organischen Wesens, wirklich das repräsentirt, was man ein Eindringen in die Natur und das Aufschliessen ihrer Geheimnisse zu nennen pflegt? Es war hinlänglich, dass keine besser scheinenden Ideen vorhanden sind, um selbe zur Richtschnur und als allein richtige anzuerkennen.

Diejenigen, die an dem Bau der Theorie gearbeitet haben, waren der vollsten Ueberzeugung, dass das System und die Gesetze ganz richtig und der Natur selbst entlehnt sind; es ist ihnen gelungen, die Coincidenz der Erscheinungen mit ihren Ziffern und

*) Ein Jahrbuchschreiber nennt die Spectralanalyse „Astronomie."

Digitized by Google

Zahlen — wenn auch nur scheinbar — herauszubringen, dadurch haben sich die Ansichten in eine unumstössliche Wahrheit umgestaltet.

Nun ist sie da die Theorie, nicht als Product des Naturstudiums, sondern als Geschöpf der Vorstellung, der Einbildung, und lässt uns einen Blick auf eine der Eigenthümlichkeiten des Menschen werfen, nach welcher er seine Ideen, das selbst Geschaffene für das Höchste hält, dem er Alles — selbst die Natur — unterordnet, wodurch er dann zum Herrn und Meister der Schöpfung heranwächst. Von der andern Seite aber stellt er zu seinem Gebrauche eine Maschine auf, erfindet zu seinen Zwecken ein Instrument, und wird zum unbedingten Sklaven seines Machwerkes. Diese zwei scheinbar heterogenen Phänomene sind desselben Ursprungs, sie sind — Zwillingsbrüder.

[21.] Das inveterirte Uebel, der Wahn, Vieles, ja Alles zu wissen, ist der eigentliche Hemmschuh des Fortschrittes. Wo das Heilmittel finden? Soll dieselbe Kraft ihrer eigenen Wirkung entgegen wirken? Da ist nun die Philosophie, die Wahrheitslehre, soll diese nicht zur Selbsterkenntniss führen können? Nein, denn die Philosophie leidet noch schwerer an dem Uebel, sie ist noch mehr mit dem Wahne behaftet als jede andere Disciplin.

Wahrhaftiger Protäus ist die Philosophie nach einer der Definitionen — deren Zahl Legion ist — die Wissenschaft des *Alls*, die Wissenschaft der Wissenschaften. Nach dieser Characteristik hätte die Philosophie noch nicht herausgebracht, dass es eine und dieselbe Geisteskraft ist, welche die intellectuelle Welt in Bewegung setzt und auch erhält, sei es nun diese oder jene Richtung, welche die Bewegung einschlägt; sie hat nicht erfasst, dass die Wissenschaft *eine* ist. Ist sie somit die Wissenschaft des Alls, so ist sie so gut wie gar keine Wissenschaft, da eine specialisirte, eine für sich selbst bestehende Wissenschaft, ein bestimmtes Object erheischt.

Wenn die Philosophen sagen, dass die Wissenschaften sehr weit von der Philosophie entfernt sind, dass ohne diese Philosophie in den Wissenschaften kein Fortschritt möglich ist, oder endlich, dass man ohne Philosophie kein Gelehrter sein kann etc. etc., so stellen sie sich vor, dass die Philosophie etwas Positives ist und aus unumstösslichen Principien besteht, welche als sichere Leiter für jedwede Verirrung haften. Der eigentliche Sinn der Worte scheint aber zu bedeuten, dass man ohne den Verstand nichts erlernen kann. Viel schlagender jedoch ist der umgekehrte Satz: dass man nämlich ohne wissenschaftliche Bildung kein Philosoph sein kann, indem die Kenntnisse nicht angeboren sind, sondern erworben werden. Es ist — nach den gewöhnlichen Be-

Digitized by Google

griffen — selbstverständlich, dass ein Gelehrter, der bei seinen Studien oder Arbeiten den Gedanken vernachlässigt oder gar bei Seite setzt, keinen philosophischen Geist besitzt; ebenso gut kann man aber sagen: dass ein Philosoph, der die bereits erkannten Thatsachen ignorirt, keinen wissenschaftlichen Geist hat. Ist seine Argumentation und seine Dialectik schwach und incorrect, so entgeht der Gelehrte dem Hohne des Schulphilosophen nicht, wenn aber ein Philosoph, z. B. ein Hegel sagt: „*Die Substanz der Materie ist die Schwere*.“ und alsogleich darauf: „*die Materie hat ihre Substanz ausser ihr*,“ woraus unmittelbar folgt, dass das Wesen, die Substanz, die Schwere der Materie, also die Materie selbst nicht in der Materie ist *), so müssen wohl Gelehrte und Ungelehrte ihn gleich anstaunen, ohne in seinem Satze die Spur einer Wissenschaft entdecken zu können. Das Herumschwärmen der Phantasie ist keine Philosophie, es ist die Walpurgisnacht; Worte combiniren heisst nicht Ideen entwickeln.

Will die Philosophie sich zu einer Wissenschaft heranbilden, so muss sie gleichfalls Naturstudium werden, aus dem einfachen Grunde, weil es kein anderes gibt. Indem das Endobject des Naturstudiums das Walten der Kräfte ist, so kann die dem geistigen Menschen innewohnende Naturkraft, welche den Gedanken in Bewegung versetzt, das Object des Studiums der Philosophie werden. So wie z. B. die lichterzeugende Kraft im Contact mit der modificirten Materie ein modificirtes Licht hervorbringt, so gestaltet sich der Gedanke, je nach dem Gegenstande, gegen welchen er gerichtet wird. Die Scheidelinie zwischen der geistigen und der physischen Kraft ist gegeben; die erstere wirkt auf das Immaterielle und ist Gegenstand der geistigen Auffassung; die durch die physischen Kräfte erzeugten Naturerscheinungen aber werden durch die Sinne wahrnehmbar. So kann sich die Philosophie als „*Analyse des Denkvermögens*“ formuliren und somit sich die Mühe ersparen, in die Geisterwelt hinüber zu ragen und wieder von der Geisterwelt herüber zu ragen; ja sie hat gar nicht nöthig, sich mit dem Weltgeist, dem Festungs-Commandanten der Geisterwelt, in eine nähere Bekanntschaft einzulassen.

Vor allem hätte uns die Philosophie einstweilen zu sagen, was ist Wissen, was kann man wissen, und wie gelangt man zum Wissen?

[22.] Eine der Ursachen, warum die astronomische Theorie in einen Mitleid erregenden Zustand gerathen? ist, dass im Allgemeinen man sich angewöhnt hat, sich nur an grosse, effectvolle Dinge zu halten, dabei aber die Kleinen als unbedeutende zu vernachläs-

*) Nach der philosophischen Formel: Ich = Nicht – ich.

Digitized by Google

sigen. Man vergisst, dass es nicht die Natur ist, die einen Unterschied zwischen Gross und Klein aufstellt; man vergisst, dass das kleinste, mit Mühe wahrnehmbare Phänomen durch dieselben Kräfte, genau auf dieselbe Art hervorgebracht wird als jenes, welches wir für ein colossales halten.

Während die theoretische Wissenschaft fast ausschliesslich sich mit speculativen Untersuchungen beschäftigte und ihre Investigationen auf alle ihr wichtig erschienenen Fragen ausdehnte, dachte sie an das Studium der einfachsten Phänomene ganz und gar nicht. Nachdem man durch eine — mit Weisheit eingeleitete — gute technische Administration das Universum geordnet und geregelt, dasselbe mit vortrefflichen Gesetzen versehen hat, nachdem man dem Himmel die irdische Mechanik begreiflich machte etc. etc., konnte man mit Recht sagen „*Die Astronomie ist geschlossen*“ denn in der That, man pflegt nicht zu lernen von Dem, dem man selbst Lectionen gibt.

Nachdem man entschieden hat, dass einzig und allein die Attraction es ist, welche nicht nur alle Phänomene der Bewegung hervorbringt, sondern auch die alleinige Ursache aller Ungleichheiten, Störungen etc. etc. ist, hatte man mit der Bewegung selbst nichts mehr zu thun; sie wurde auch von den Geometern unter dem Pretext, dass sie sich der Analyse nicht unterwerfen will, einfach bei Seite gesetzt. Das Studium der Bewegung ward somit überflüssig, ja unnöthig. Hätte man sich damit beschäftigt, die nach und nach aufgestellten Grundsätze, die Fundamentalprincipien, auf welchen die Wissenschaft beruht, einer strengen Prüfung zu unterwerfen, so hätte man zu viel wichtigeren Resultaten gelangen müssen als jene sind, welche man durch die Analyse erhalten hat.

Es ist unangenehm zu sagen — wir empfinden auch nicht das geringste Vergnügen dass eben wir es sagen müssen — aber endlich kann sich Jedermann selbst davon überzeugen, dass in ihrem gegenwärtigen Zustande die räsonnirte astronomische Wissenschaft, selbst die Elemente der Wissenschaft nicht kennt; in Folge unserer Betrachtungen werden wir dies näher sehen, einstweilen zählen wir einige Dinge auf, welche die Theorie weder kennt noch begreift.

a) Ist nicht z. B. vor Allem die Zeitbestimmung, welche als erste, als Hauptgrundlage der Astronomie — was sie in der That auch ist — die grösste Sorgfalt und Aufmerksamkeit erfordert? Die Zeit ist es, welche den Anfang, die Dauer und das Ende einer Erscheinung angibt; ihrerseits ist sie gegeben durch die Momente welch immer eines Phänomens. Die Begriffe über Zeit, welche verbreitet und gelehrt werden, sind mangelhaft, ja fehlerhaft, sie sind zunächst unverständlich.

Digitized by Google

Mehrere Gattungen Zeit annehmen, ist Verwirrung erzeugen; die für den Erdbewohner giltige, zu seinem Gebrauche anwendbare Zeit ist durch die Bewegung der Erde gegeben.

b) Die Theorie weiss nicht, was die Revolution eines Weltkörpers ist? Sobald man annimmt, erkennt, verkündet und lehrt, dass derselbe Körper verschiedene Arten von Revolutionen hat, so kann man nicht wissen, was eine Revolution ist.

Für die zu dem Sonnensystem gehörigen Weltkörper weiset die Theorie mehrere Gattungen von Revolutionen an; da gibt es eine siderische, eine tropische, eine synodische, eine anomalistische und auch eine draconische Revolution; der Mond allein vereint alle fünf Arten von Umlaufszeiten. Es ist doch einfach und auch genug klar, dass ein Himmelskörper nicht mehr als eine Revolution haben kann, und dass die Umlaufsperiode eines Planeten auf die Sonne, jene eines Satelliten auf seinen Planeten sich beziehen müsse.

c) Die Dauer einer Axendrehung (Rotation) der Erde ist nicht gekannt. Wenn man behauptet, dass „*die zwischen zwei auf einander folgenden Meridian-Passagen eines Sternes verflossene Zeit die Dauer einer Rotation ist.*“ so kann man die wahre Dauer derselben nicht kennen. Die Thesis würde wahr sein, wenn die Erde ausser ihrer Axendrehung keine andere Bewegung hätte, in diesem Falle aber würde es keinen Unterschied zwischen Sternen und mittlerer Zeit geben.

d) Die Dauer der Revolutions-Periode der Erde ist nicht bekannt. Man hat die Wahl zwischen ihrer tropischen und siderischen Revolution. Nachdem die Theorie sich für die siderischen Umlaufszeiten entschieden hat, gab sie zugleich den Beweis, dass sie die wirkliche wahre Dauer des Erdjahres nicht kennt.

Die Erde begleitet die Sonne in ihrem Lauf, somit muss sie nach jeder vollbrachten Umwälzung mit einem anderen Stern zusammentreffen. Wollte man die Jahre nach der siderischen Umlaufszeit zählen, so müsste man sich an einen und denselben Stern halten und hätte somit stets wachsende Jahre.

e) Die Dauer der Rotation und der Revolution des Mondes ist gleichfalls unbekannt; hier vergrössert sich die Verwirrung. Nach den Büchern ist die Dauer seiner Rotation gleich der Dauer seiner Revolution, sie ist gleich der siderischen Umlaufszeit, gleich seinem Kreislaufe um die Erde; nachdem aber diese Dauer auch die synodische Periode genannt wird, so folgt daraus, dass die siderische und synodische Revolution eine und dieselbe ist. Die Differenz von mehr als zwei Tagen zwischen den beiden Perioden beweiset hinlänglich, dass man die wahre nicht kennt.

Digitized by Google

f) Die Theorie hat zwei Gattungen Zeit, die mittlere und die Sternzeit aufgestellt, nachdem sie aber die Dauer der Erdrotation nicht kennt, so kann sie auch nicht wissen, was mittlere Zeit ist?

g) Das wichtige Phänomen der Variationen des Mittags kann die Theorie nicht begreifen, indem sie die Erdbewegung nicht kennt.

h) Eben so wenig kann sie wissen, was die Präcession ist, indem sie die Sonnenbewegung ignorirt.

i) Grösse und Figur der Erdbahn können nicht gekannt sein. Hat man die Vollkommenheit des angenommenen Systems anerkannt, so hat man sich der Fähigkeit beraubt, die einfachsten Phänomene der Bewegung zu erkennen, aufzufassen, zu begreifen; man ist verurtheilt das Unmögliche behaupten zu müssen.

Mit der Bewegung der Sonne gibt es keine geschlossenen, in sich selbst rückkehrenden Curven und keine Ebenen der Curven; die Entfernung der Sonne ist nicht mehr die halbe grosse Axe der Planetenbahn. Ueberhaupt ist die Circulation um den fixen Mittelpunct — Attraction — im Raume eine Unmöglichkeit, und die Beobachtungen erweisen, dass es am Himmel nichts fixes gibt. Es ist in Folge des Bestehens des Systems, dass

k) die Stellung des Erdäquators in Bezug auf ihre Bahn unbekannt ist, und dass man nicht wissen, ja gar nicht begreifen kann, wie die Erde sich in ihrer sogenannten Bahn bewegt?

Nach den Beobachtungen sind die Aequatoren der dem Sonnensystem zugehörigen Weltkörper mehr oder minder gegen die Ebenen ihrer Bahnen geneigt. Diese Bahnebenen sind wieder unter sich verschiedentlich geneigt und ihre Neigungen werden auf die Ebene der Erdbahn bezogen.

Die Theorie nimmt somit das Scheinbare für Wirklichkeit. Was die Neigung des Erdäquators gegen die Ecliptik anbelangt, so ist diese nicht aus Beobachtungen abgeleitet, sie ist eine theoretische oder vielmehr eine eingebildete. Die Einbildung stützt sich auf die Analogie, sie lehnt sich an die Sonnen-Declination.

Wir suchen die einfache Thatsache — als eine natürliche — fasslich zu machen, dass ein Körper, obwohl in zweierlei Bewegung, doch nur nach einer und derselben Richtung sich fortbewegen kann, dass somit Rotation und Translation nothwendigerweise in demselben Sinne stattfinden. Hieraus folgt aber unmittelbar, dass es immer der Aequator einer Sphäre ist, welcher vorausgeht, sich stets in der Linie der Bahn befindet und so die Richtung des Laufes angibt. Indem alle Phänomene dieser Doppelbewegung, selbst jene, welche auf der Erdoberfläche beobachtet oder durch Experimente herbeigeführt werden, die Thatsache fasslich darstellen, so ist, um selbe zu begreifen, keine wissenschaftliche Kenntniss nothwendig.

Digitized by Google

Nach der Theorie ist der Erdäquator gegen die Ecliptik bedeutend geneigt, demnach muss sich unsere Erde nach zwei Richtungen zugleich bewegen; ihre Masse mit ihrem Mittelpuncte bewegt sich durch die Rotation in der Ebene des Himmelsäquators, dieselbe Sphäre und ihr Mittelpunct müssen sich durch die Translation in der Ebene der Ecliptik bewegen. Man hat somit das Unmögliche angenommen, da Jedermann weiss, wie ein Körper durch einen Stoss oder einen Schlag in Bewegung versetzt, nur nach einer Richtung sich bewegen kann; will man aber durchaus, dass er zwei Richtungen einschlage, so muss man ihn entzwei schlagen. Da nun die Erde eine Kugel bleiben soll, und nicht — wie mit einem Hammer — entzwei geschlagen ist, muss sie wohl in einem und demselben Sinne sich bewegen.

Nie hat man sich mit der höchst wichtigen Frage beschäftigt, auf welche Weise überhaupt ein Weltkörper sich in seiner Bahn bewegt? auch konnte man sich darüber keine Aufklärung verschaffen; um so mehr aber hat man sich mit der Frage gequält, wie die Erdaxe ihren Parallelismus beibehalten könne, nachdem sie genöthigt ist in zwei Richtungen zu laufen?

Da man sah, dass die Rotationsaxe während einer Rovolution oder jährlichen Kreisung wechselweise dem Himmelsäquator sich zuneigen (incliniren) und dann wieder wegneigen (decliniren) muss, wollte man diesem Uebelstande dadurch abhelfen, dass man die Erde in ihrer Bahn rücklings*) gehen liess. Das Mittel ist nun schlimmer als das Uebel, indem auf diese Art die Erde nicht nur in zwei verschiedenen Ebenen, sondern in allen in derselben Ebene möglichen Richtungen sich bewegen muss, und wie man sich ausdrückt, in der einen Hälfte der Bahn nach vorwärts, in der anderen nach rückwärts geht. Der grosse Eifer, den Parallelismus zu erhalten, liess nicht wahrnehmen, dass man durch diese Art der Bewegung ein Hauptphänomen des Sternhimmels unterdrückt; die jährliche scheinbare Umdrehung, nämlich der Himmelssphäre, ist unmöglich gemacht.

Wenn nun in den Büchern gesagt wird, dass dieses Rücklingsgehen der Erde ganz übereinstimmend ist mit den Gesetzen der Mechanik, so müssen wir gestehen, dass diese Gesetze sehr liebenswürdig sind zu erlauben, dass die Erde auf diese Weise sich bewegen könne, und dass die Schuld nicht an den nachsichtigen Gesetzen ist, wenn die Erde von ihrer Güte keinen Gebrauch machen kann. Zum Unmöglichen ist Niemand verhalten. Uebrigens ist dieser mit so viel Vorliebe und Sorgfalt aufgestellte Parallelismus

*) Marcher à reculons.

Digitized by Google

der Erdaxe von den Astronomen, der Nutationstheorie zu lieb mit der grössten Bereitwilligkeit aufgeopfert.

1) Die Beobachtungen über die Neigungen der Bahnebenen erwarten ihr Studium. Wie sie von der Erde aus gesehen werden können, sind die Himmelserscheinungen von der perspectivischen Projection unzertrennlich. Die Bedeutung dieser Neigungen wird aber nur dann klar, wenn man sich bewusst sein wird, was eine Bahn ist, und welche Figur die sich im Raume versetzenden Weltkörper beschreiben?

Die über die Ecliptik gegebenen Begriffe sind unverständlich, verworren, da die Theorie eigentlich selbst nicht weiss, was die Ecliptik ist? Einmal ist sie die Sonnenbahn, der Kreis, in welchem sich die Sonne bewegt, den sie nie verlässt; dann ist sie die Erdbahn; ferner ist sie ein grosser Himmelskreis, der gegen den Himmels-Aequator geneigt ist; in diesem Kreise finden die Eclipsen (Finsternisse) statt etc. etc. Die zwei grossen Kreise — Aequator und Ecliptik — durchschneiden sich in zwei entgegengesetzten Puncten, und die Ebene des Einen bewegt sich auf der Ebene des Andern etc. etc., mit einem Worte, die Gesammt-Doctrin über die Ecliptik erinnert uns an die Feenmärchen.

Weder die Sonne noch die Erde bewegen sich in der Ecliptik, keine beschreibt einen grossen Himmelskreis. Das Sonnensystem nimmt einen winzig kleinen Platz ein in dem immensen Raume, den die sichtbare Himmelssphäre einschliesst, dass aber alles Sichtbare im Raume sich auf diese Sphäre projicirt, ist unausweichlich; hieraus folgt nun, dass die scheinbare Ecliptik nichts anderes sein kann, als die Spur der successiven Projectionen der Sonne auf das Firmament.

Der Himmels-Aequator und die Weltpole sind treue Darstellungen, vollkommene Nachbildungen des Erdäquators und der Erdpole; man muss demnach begreifen, dass mit dem Ortswechsel der Erde, mit der Aenderung der Lage ihres Aequators, der Weltäquator und Pole genau auf dieselbe Art sich ändern müssen. Dieser Umstand enthält den deutlichen Beweis, dass Rotation und Translation der Erde in demselben Sinne statt haben.

Indem man die Topographie des Sternenhimmels durch die Karten bildlich darstellt, bezeichnet man auf den projicirten Sphären den Aequator und die Pole, welche die Geradaufsteigung und Abweichung als Coordinaten geben. Die Himmelssphäre ändert sich nicht, ihre allgemeine Ansicht bleibt dieselbe, die relativen Stellungen der Sterne und ihrer Constellationen bleiben beinahe sich gleich, der Aequator aber und die Pole wechseln ihren Ort, und ihre Ortsversetzung ist beständig, ununterbrochen. Man kann sich so auch die Veränderungen der Sternorte erklären, denn diese

Digitized by Google

beziehen sich auf den beweglichen Aequator in Folge der Ortsversetzung des Sonnensystems.

Als grosser Himmelskreis hat die Ecliptik gar nichts zu thun, sie geht überall mit, wo das System hingeht, ihre Projection ist immer eine neue, ihr Ort verändert sich somit jährlich, ja täglich, jeden Augenblick; sie verändert sogar ihre Neigung zum Aequator, ihre Schiefe. So wie die geographischen Längen und Breiten der Erde sich zu astrographischen Rectascensionen und Declinationen gestalten, so theilt das Erdsphäroid alle seine geometrischen Eigenschaften der Himmelssphäre mit, die Erde aber hat vom Himmel — in topographischer Beziehung — nichts zu entlehnen. Die Einführung der astrographischen Längen und Breiten, zweier Coordinaten, die sich auf die Ecliptik beziehen, ist somit als eine theoretische und zugleich practische Curiosität zu betrachten, da diese auf der Erdoberfläche keinen ähnlichen entsprechen. Auch hat die Beobachtung mit diesen theoretischen Coordinaten nichts zu schaffen, sie sind Rechnungssache, sie sind von den beiden anderen Coordinaten, von der Rectascension und der Declination abgeleitet, welche wirklich beobachtet werden, sie sind ein und dasselbe Ding mit andern Zahlen ausgedrückt.

Doch genug; um aufzuzählen, was die Theorie nicht weiss, kämen wir zu keinem Ende; wir können nur bemerken, dass es nicht befremden kann, wenn die Theorie jene Phänomene nicht begreift, deren Erklärung durch die Sonnenbewegung allein möglich ist; bedauerlich aber ist es, wenn sie auch solche Phänomene nicht versteht, welche selbst mit Beibehaltung des Systems von Copernik erklärbar sind; unter diesen wollen wir nur der Dauer der Rotation und der Revolution der Erde und des Mondes erwähnen. Siderische Umlaufszeiten aufstellen ist so viel, als das Sonnensystem verläugnen; man beweiset dadurch, dass die Planeten nicht zur Sonne gehören, nicht von ihr abhängen, nicht mit ihr im Raume sich fortbewegen, sondern unabhängig von ihr Kreise oder Ellipsen beschreiben, welche sich auf den gestirnten Himmel, auf die Sterne beziehen; ebenso hängt der Mond nicht von der Erde ab, er begleitet diese in ihrer Bahn nicht, sondern beschreibt unabhängig von ihr einen *grossen* Himmelskreis.

Diese wenigen Umstände, welche wir erwähnten, mögen hinlangen, einen Begriff zu geben, was die geschlossene Wissenschaft bedeutet? Man hat ihr nämlich ein unaufsperrbares Schloss vorgelegt; wir können aber auch zugleich bemerken, dass das Aufschliessen der Wissenschaft die Sonne möglich gemacht hat, das heisst, mit dem vorhandenen Material könnte man eine Wissenschaft aufstellen, welche den Beobachtungen sowohl als auch der Vernunft entspricht.

[23.] Jedes beobachtete oder beobachtbare Himmelsphänomen ist seinem Anblicke nach, ohne Ausnahme, dem Eindrucke der Erdbewegung ausgesetzt; um nun die Phänomene sowohl als auch die Beobachtungen selbst zu begreifen und endlich zu verstehen, muss man vor Allem die wahre Bewegung der Erde kennen.

Die Alten beobachteten den Himmel und seine Erscheinungen ohne Befangenheit (Präoccupation), sie beschäftigten sich mit theoretischen Speculationen gar nicht, sie begnügten sich, die Existenz eines scheinbaren Phänomens zu constatiren. In der That, dass der Gesammthimmel mit seinem Inhalt sich um die fixe Erde drehet, ist zu einfach, um eine grosse Varietät von Theoremen zu erzeugen; aus dieser Ursache machten die Alten weder Theorien noch Gesetze; hie und da sprachen sie ihre Meinung aus, das Vernünftigste, was der Mensch dem Himmel gegenüber thun kann.

Indem sie ihr System aufgestellt, haben sich die Modernen in eine schwere Lage, und wie es sich erweiset, in eine unhaltbare Stellung versetzt. Die Ueberzeugung der Astronomen im allgemeinen erreichte ihr Maximum, sie nahm den Character einer absoluten Festigkeit an, dass die Erde sich um den Mittelpunct der fixen Sonne in einem wenig excentrischen, geschlossenen Kreise bewegt, dessen Halbmesser die Entfernung der Sonne ist. Die unmittelbare Folge dieser Ueberzeugung ist, dass alle gemachten oder zu machenden Beobachtungen auf eine durch das System bestimmte Bahn bezogen werden.

So z. B. sind die Geschwindigkeit des Lichtes, die Aberration etc. etc. auf diese theoretische Erdbahn basirt. Die Forschungen über die Parallaxe der sogenannten Fixsterne werden in der Voraussetzung unternommen und versucht, dass man auf einer Basis von 78 Millionen Meilen des Bahndurchmessers operirt; indem man sich die Ecliptik als einen grossen Himmelskreis einbildete, hat man sie mit einer Ebene, mit Axen und Polen versehen, und man sucht am Himmel durch einen eingebildeten Punct in der Wirklichkeit beschriebene Figuren; überall sucht man und will geschlossene Curven, constante Figuren finden; seien es nun Kreise, Ellipsen oder gerade Linien, alle müssen ihre unveränderliche, grosse Axe haben.

Es ist hinlänglich klar, dass, wenn die Erdbahn nicht jene ist, welche man ihr angewiesen hat, die auf selbe gestützten Theorien keinen Werth haben; es ist klar, dass in diesem Falle weder die Himmelserscheinungen, noch die gemachten Beobachtungen verstanden sein können.

Ein aufmerksames Studium der beobachteten Phänomene der Bewegung, und ein aufmerksames Studium sowohl als die richtige Anwendung der Elementar- und Fundamental-Principien und Sätze

Digitized by Google

führt zu dem Schlusse, dass die Erdbahn, oder überhaupt die Planetenbahnen nach dem System, welches die Sonne in der That vernichtet hat, unmöglich sind, und dass somit die theoretische Wissenschaft auf dem falschen Weg ist.

Die Bewegung der Sonne ist nun nicht mehr zu ändern, sie lässt sich nicht mehr ignoriren; wenn nun Geometer und Astronomen dennoch sagen, dass man die Sonne in Beziehung auf ihr System als fix betrachten kann, indem das System als ein Ganzes sich bewegt, ohne die relativen Stellungen der Planeten unter sich und in Bezug auf die Sonne zu stören, ohne überhaupt die Configuration des Systems zu ändern etc. etc., so müssen wir bemerken, dass dies eine jener leeren Redensarten ist, welche aus der Wissenschaft für immer verbannt bleiben sollten. Was sich bewegt, das kann in keiner Beziehung als unbeweglich angesehen werden, eben so gut wäre es zu sagen, dass z. B. ein Locomobil, welches Waggons und Reisende im Fluge mit sich reisst, in Bezug auf diese als fix betrachtet werden kann.

Der eigentliche Sinn solcher Worte ist, dass die Planeten dergestalt an die Sonne gebunden sind, dass sie sich ihr weder nähern, noch sich von ihr entfernen können, ihr aber überall folgen müssen, wohin ihr zu gehen beliebt.

Die Astronomen geben hier ein Beispiel, wie weit der menschliche Geist sich verirren kann, wenn er den Pfad des Positiven verlässt. Man kann die Realität wegdenken, etwas anderes an ihre Stelle setzen; der Gedanke kann sich in Suppositionen und Hypothesen bewegen, ohne dass diese je zur Wahrheit werden; man kann aber bei einem Normalzustande des Verstandes sich nicht vorstellen, dass Etwas zugleich da ist und nicht da ist. Ferner kann man in Betracht ziehen, wie durch Vorstellungen oder unter gewissen Voraussetzungen oder gestellten Bedingungen dieser oder jener Erfolg vor sich geht, dieses oder jenes Phänomen sich gestaltet, um einen Vergleichspunct zu haben, und man kann dieses Verfahren sogar rationell nennen. Die astronomische Theorie hat aber nicht diesen Weg eingeschlagen, sie hat nie gefragt, welche Folgen die Sonnenbewegung nach sich zieht? Die Astronomen sagen — dies wenigstens müssen sie zugeben — *„die Sonne führt ihr System im Weltraume mit sich,“* setzen aber alsogleich hinzu: *„sie kann aber in Bezug auf die Planeten als fix betrachtet werden.“*

Die Erde in ihrer kreisenden Bewegung führt den Mond mit sich, sie kann somit in Bezug auf diesen als ruhend betrachtet werden!

Für die Astronomen gibt es demnach eine *„ruhende Bewegung.“* Fragen wir aber nach der Ursache, warum die Theorie die

Realität, die Sonnenbewegung verläugnet und mit dieser zugleich die Vernunft? so findet man, dass ihr das Eingebildete lieber ist. Die sich bewegende Sonne vernichtet die süssen Täuschungen der Astronomen und, dies können sie nicht ertragen: ihre gehaltlosen Theorien müssen die reinste Wahrheit bleiben, woraus dann folgt, dass die Manifestationen der grossen erhabenen Natur — Lügen sind.

Die Frage des Zusammengehörens, der Erhaltung der bezüglichen, der gegenseitigen Stellungen im Sonnensysteme, kann man als eine aufgelöste betrachten, aber eine noch zu lösende Frage ist, welche sind in der Realität diese relativen Stellungen, welche ist die wahrscheinliche Configuration des Systems? Die vervollkommnete Beobachtung musste Resultate herbeiführen, welche mit dem angenommenen System nicht übereinstimmen, ja wir können im Allgemeinen sagen, dass mit ihm gar kein Himmelsphänomen im Einklange ist, und dass diese alle ein ganz anderes Gepräge der Bewegung an sich tragen, als jenes ist, welches man erwartet und sucht. Es ist demnach nicht zu verwundern, dass die Erscheinungen unaufgefasst bleiben und dass man, um sie zu erklären, sich den imaginären Ursachen zuwendet; was aber Erstaunen erregen muss, ist, dass trotz der immer wiederholten Mahnung des Himmels, trotz seiner Warnung man nie an die Möglichkeit dachte, dass z. B. die Erde sich auf eine andere Weise bewegt, als in der ihr zugewiesenen Bahn und nach den ihr auferlegten Gesetzen.

Vergebens sucht man die Spur einer in sich rückkehrenden Curve; die Sterne verrathen eine unbestimmte, continuirliche Bahn, welche sich in das Unendliche ausdehnt, eine Curve oder einen Revolutionskreis, der unablässig und nach abwechselnden Richtungen seinen Ort verändert.

Die Erdbahn ist durch verschiedene Phänomene der himmlischen Bewegung angezeigt, ihr Studium muss endlich zur Erkenntniss führen; die einmal erkannte Erdbahn wird die Auffassung der Phänomene sowohl, als eine Annäherung zur Kenntniss ihres reellen Seins möglich machen.

Aber das beobachtete Gepräge der Bewegung ist nicht durch jene der Erde allein hervorgebracht, es ist complex und enthält in sich sowohl die Bewegung der Sonne, als auch die eigene Bewegung der Weltkörper (Gestirne). Die Kenntniss dieser Bewegungen beruht auf speciellen Untersuchungen, ihr Zusammenhang aber ist augenscheinlich, unverkennbar.

Indem sie der Sonne folgt, durchläuft die Erde denselben Raum, sie geht denselben Weg, die Richtung beider ist somit gleich. Die Stellung des Erdäquators bezeichnet die allgemeine, die Hauptrichtung des Systems selbst; die Stellung seiner Axe zeigt auf eine

Digitized by Google

Ortsveränderung im entgegengesetzten Sinne. Die Sonne beschreibt somit gleichfalls eine gekrümmte Linie. Die gründlichsten, die ausgedehntesten Studien über diese Hauptfrage der Astronomie werden die Studien herbeiführen über eine allgemeine Orientirung im Raume, der sich uns als eine Hohlkugel darstellt und dessen innere Oberfläche das gestirnte Firmament ist. Dieses Studium stellt sich ohne Zweifel als der schwerste Theil der Wissenschaft dar, er erheischt eine Unzahl von Beobachtungen, welche in diesem Sinne noch zu machen sind, er erfordert die Anwendung einer starken Denkkraft.

[24.] In keiner Epoche der Astronomie beobachtete man nach einem aufgestellten System, nach etablirten Grundsätzen; man beobachtete die Phänomene in einander gemengt, so wie diese von Zeit zu Zeit sich darstellten, oder wie man nach und nach von einem auf den andern, ohne Ordnung überging; man beobachtete sie als einzelne, isolirte, von einander ganz unabhängige Erscheinungen; nie hat man sie in Gruppen oder Classen gereiht, nie sie miteinander verglichen und, man konnte nicht denken, dass sie trotz ihrer scheinbaren Verschiedenheit — alle, in einer intimen Verbindung sind. Die angehäufte Masse der Beobachtungen während des Daseins der practischen Astronomie erlaubt endlich eine Art Classification der Phänomene nach ihren unterscheidbaren Characteren; eine solche Gruppirung der verwandten Erscheinungen wird das Erlernen der Wissenschaft erleichtern, sie ist aber einer Schwierigkeit unterworfen, welche vorerst zu heben ist.

Die beobachteten Phänomene sind mehr oder weniger mit der Perspective behaftet, je nach der geographischen Lage des Beobachters; jeder andere Punct der Erdoberfläche gibt einen andern — modificirten — Anblick des Phänomens, folglich ein anderes Resultat der Beobachtung und, man kann sagen, dass der wahre, ursprüngliche oder doch normale Typus der Phänomene unbekannt ist.

Die rechnende Astronomie sucht, diesem für sie scheinbaren Uebelstand dadurch abzuhelfen, dass sie die Beobachtung bald auf den Mittelpunct der Erde oder der Sonne zurückführt, bald auf die verschiedenen Puncte der Erdoberfläche überträgt, und in der That gibt sie durch dieses Mittel ganz genau an, wie gewisse Phänomene, z. B. die Finsternisse und Sternbedeckungen sich zeigen müssen, für welch immer eine geographische Position. Diese Reductionsmethode aber ist nicht angewendet und auch nicht anwendbar auf *alle* Himmelserscheinungen, so sind z. B. die veränderlichen Durchmesser und Geschwindigkeiten, die nicht reducirt werden; da sind die Variationen des wahren Mittags, ein bedeutungsvolles und überaus instructives Phänomen, gleichfalls nicht reducirt, und bemerken wir es, die Theorie hält sich nicht an den originären Typus, sie hält

Digitized by Google

sich selten an die Reduction durch den Calcul; denn der grösste Theil ihrer Erklärungen ist nach den Localbeobachtungen.

Die grosse Masse der Beobachtungen ist fast ausschliesslich europäischen Ursprunges; jene, welche in neueren Zeiten in anderen Theilen der Erde gemacht wurden, sind speciell — sie beziehen sich grösstentheils auf die Sterne, und nicht zahlreich genug, um eine allgemeine Ansicht zu gewähren; es handelt sich aber um die Aufstellung einer allgemeinen Astronomie, giltig für die ganze Erde, welche auf den eigentlichen Typus der Phänomene gegründet, das Resultat der Wissenschaft werden soll.

In Bezug auf die astronomischen Kenntnisse und ihre Verbreitung ist das Auffinden und das Constatiren dieses Typus der Erscheinungen von der grössten Wichtigkeit; da jedoch der Mensch überhaupt nur dann sich beruhigt und von der Wirklichkeit sich überzeugt zu haben glaubt, wenn er die Erscheinungen durch seine Sinne auffassen kann, so ist es wohl nöthig, die Grundgestaltungen nicht auf dem Wege der geistigen Anschauung, nicht nach den Calculs, sondern direct durch die Beobachtung selbst aufzusuchen. Findet man sie auf diese Art, so werden eine Menge der wichtigsten noch unentschiedenen Fragen ihrer Lösung entgegen geführt.

Wie aber und wo diesen Originaltypus auffinden? wird man fragen und die Erde antwortet durch ihren — Aequator. Kein auf einer Breite oder Polhöhe situirter Beobachter sieht die beiden Himmelspole zugleich, keiner sieht die ganze Himmelssphäre; am Aequator entfaltet sich die ganze Herrlichkeit des Firmaments in — 12 Stunden.

Es ist der Erdäquator, der stets der Sonne sich zuwendet und somit die Richtung unseres Planeten angibt; am Aequator muss sich demnach der Typus finden lassen; er ist entweder dort oder er ist nirgends und wir halten es für unerlässlich, dass alle Arten von Beobachtungen am Aequator zu wiederholen und gleichsam zu bestätigen sind.

Die Errichtung kleiner, einfacher, detachirter Observatorien in der Linie des Erdäquators, die in gewisser Entfernung nach einander folgen, zwischen den Beobachtern die Arbeit nach den Objecten vertheilt, würde von unabsehbaren Folgen sein. Würde man noch physicalische Beobachtungen hinzufügen, so könnte die Wissenschaft manche Aufklärung sich verschaffen über das Licht, die Atmosphäre, die Electricität, die Anziehung etc. etc.

Die Frage ist nicht, ob eine solche Unternehmung diese oder jene Summe Geldes kostet? Die Auslagen sind verschwindend im Vergleich zu jenen riesigen Unternehmungen, welche man gewohnt ist täglich zu machen. Instrumente — der vorzüglichsten Art — gibt es in Fülle, so wie auch kein Mangel an frischen jungen Kräf-

Digitized by Google

ten ist; die Frage aber ist, findet man es der Mühe werth, sich vom Himmel reelle Kenntnisse zu verschaffen, *will* man die schöne Wissenschaft entfalten oder sie gänzlich fallen lassen?

Man möge sich nicht täuschen; so wie heutzutage die Wissenschaft behandelt wird, kann man keiner weiteren Entwickelung, keinem reellen Fortschritt derselben entgegen sehen.

Eine andere, nicht minder wichtige Arbeit würde eine allgemeine Revision und Correctur des theoretischen Theiles der Wissenschaft sein, nach dem schönen Spruch *„prüfet und das Gute behaltet.“* Wer aber soll diese Arbeit machen? Man sollte wähnen dass, nachdem die gelehrten Academien schon vorhanden sind, diese keine höhere Aufgabe haben können, als die stetige Ausübung einer geistigen Controle über den Unterricht und die Lehrmethode! Die Verbreitung der Irrlehren zu verhindern, ist ja schon ein grosser Verdienst! Wir verkennen es nicht, dass der Schwierigkeiten Unzahl — alle sind moralischer Natur — wenig Aussicht zulässt, dass die beiden unerlässlich gewordenen Arbeiten sobald, oder selbst jemals vorgenommen werden; wir glauben aber, dass, wenn es Etwas gibt, was des Menschen Geistesanstrengung reichlich belohnt, indem es ihm reelle Kenntnisse verschafft, so ist dieses Etwas sicherlich das erhabenste Object der grossen Natur, es ist der Himmel und seine Erscheinungen.

COPERNIK'S SYSTEM.

[1.] Es wahr wohl ein positiver Fortschritt festzustellen, die Ansicht geltend zu machen, dass der Chef jener Himmelskörper, die zu jeder Zeit als zusammengehörig und ein System bildend betrachtet wurden, die Sonne ist, nicht aber die Erde, welche zur Classe der Planeten gehörend, ebenfalls von ihr abhängig ist.

Copernik's System ist aber mehr ein sittlicher als ein geistiger Fortschritt, obwohl es als eine Beurkundung der Vernunft erscheint, die selten genug in der Menschengeschichte vorkömmt. Ist durch die definitive Annahme seines Systems dem eben so geschmacklosen als tollen Treiben, dem Wahne, der mit dem Himmel und seinem Inhalt nach Willkür verfügt, ein Ende gemacht, so kann der Fortschritt auch als ein geistiger betrachtet werden, ohne dass jener der eigentlichen Wissenschaft daraus abgeleitet werden kann.

Alle Jene, die vor oder nach Ptolomäus sich erkühnten, die Erde in Bewegung zu setzen, wurden gehörig verfolgt, ja einige unter Ihnen zum Tode verurtheilt; dieser Gebrauch hat sich selbst nach Copernik fortgesetzt und fand — wie natürlich — Anhänger und Vertheidiger. Sagt doch ein Hegel in seiner Geschichte der Philosophie, dass *„die Athener Recht hatten den Socrates zu verurtheilen, da sein Glaube mit ihrem Glauben in Widerspruch gekommen ist,“* woraus unmittelbar folgt, dass Jeder das Recht hat, denjenigen, der nicht seiner Meinung ist, alsogleich ganz einfach todtzuschlagen. Ein Argument in häufiger Anwendung, ein bewährtes Mittel Recht zu behalten. Was ist das aber für eine Philosophie fragen wir, welche die legale Ausrottung der Vernunft sanctionirt und die Unbeweglichkeit des Gedankens — der geistigen Sonne — bedingt?

Der Dualismus erscheint als eine Naturnothwendigkeit, man hat ihn zu allen Zeiten als eine Thatsache erkannt und als Gegensatz, positiv und negativ, das Walten conträrer Kräfte, Action und Reaction etc. etc. in tausendfältigen Nuancen ausgedrückt. Ein specieller Fall des Dualismus ist der unablässige Kampf zwischen Geist und Materie, welchem die Wissenschaft sich nicht entziehen kann: will sie vorschreiten, so muss sie Schritt für Schritt ihren Terrain erkämpfen.

Die Annahme des Systems von Copernik und der nicht zu läugnende Fortschritt der Wissenschaft liefern den Beweis, dass

Digitized by Google

in dem Kampfe nicht nothwendigerweise und auch nicht jedesmal der Geist unterliegen muss. Ferne ist man jedoch, derlei Siege oder auch nur einen errungenen Vortheil der Vernunft zuzuschreiben, die dem Menschen als eine unliebsame Personification erscheint, ein absolutes Wesen, welches hemmend einwirkt auf jene unbegrenzte Freiheit, welche die Idee, die Imagination und die Phantasie laut genug beanspruchen und ohne welche sie sich gar nicht gut bewegen können. So z. B. zieht man es vor zu erklären, dass die Annahme des Systems von Copernik die Folge der Civilisation ist, die da sagt: *„Es schickt sich nicht wegen Dinge sich herumzubalgen, von welchen keiner etwas weiss.“* Wenn aber die Balgelust wieder erwacht — sie scheint manchmal momentan zu schlummern — so sagt die Civilisation kein Wort, ja sie sieht in der Voraussetzung zu — sie ist etwas abergläubisch — dass sie dabei etwas gewinnt.

Wie die Geschichte erzählt, war Protagoras der Erste (— 460), dessen Buch verbrannt wurde, dann folgten die Exile und Todesurtheile und kamen an die Tagesordnung. Wenn die inerten Schriften und Bücher indicirt oder verbrannt werden, so zeigt dies auf einen minderen Grad von Paroxysmus, auf die kleineren Oscillationen des Wahnsinns, der dann sein Maximum der Elongation erreicht, wenn die sich spontan bewegenden Geschöpfe, wie ein Jordano Bruno, auf dieselbe Art zersetzt und verflüchtigt werden.

Uebrigens ist die Parteilichkeit der Weltgeschichte weltbekannt; mit unverkennbarer Ostentation hebt sie die unartigen Gewohnheiten des Menschen und seine tollen Streiche hervor und scheint mit Absicht seine liebenswürdigen Eigenheiten zu verschweigen. So z. B. kann die Geschichte keine Epoche aufweisen, in welcher der Mensch die Wissenschaft mit Feuer und Schwert zu verbreiten gesucht hätte; sie kann nicht behaupten, dass die Dummheit je verfolgt worden wäre, denn es stellt sich klar heraus, dass diese Dummheit zu allen Zeiten mit bedeutender Vorliebe und mit besonderer Sorgfalt — ja mit positiv gutem Erfolge — cultivirt wurde. Dies mag der Grund sein, warum Hegel sagt, dass aus der Geschichte noch Niemand etwas gelernt hat.

[2.] Copernik hat die Erde — wir hoffen für immer — in Bewegung gesetzt, dafür aber die Sonne festgestellt.

Die Sonne konnte man zu jeder Zeit ungestraft stehen machen und es haben mehrere fabelhafte und legendäre Personen von dieser Freiheit Gebrauch gemacht*). Es hat sich aber erwiesen, dass die

*) Der Prototyp der Don Juane (Jupiter) hatte schon den guten Einfall zu seinem Vergnügen eine Nacht zu verdoppeln; er war jedoch zu sehr bewandert in der Astronomie, um nicht zu ignoriren, dass er nicht die Sonne aufgehalten, sondern die Erdrotation gehindert hat.

Digitized by Google

Sonne jedesmal von freien Stücken wieder zu gehen anfing, ohne dass Jemand sich die Mühe gab, ihr einen neuen Stoss zu versetzen; dieser Umstand, den auch Copernik nicht hindern konnte, dürfte hinlangen seine Nachfolger von ferneren Versuchen ähnlicher Art abzuhalten. Es scheint uns aber, dass die modernen Gelehrten sich nicht abschrecken lassen, indem sie sich alle erdenkliche Mühe geben, den Sonnenlauf, wenn auch nicht gänzlich aufzuhalten, doch aber so gut wie möglich zu — paralysiren.

Copernik's System ist die Uebersetzung des Systems des Ptolomäus: an die Stelle der Erde ist die Sonne gesetzt. In der Mitte ein fester Punct, Erde oder Sonne, um ihn herum kleinere und grössere Kreise für die Planeten; wahrlich ein Kind könnte es nicht besser machen!

Die Hauptbedingung ist, dass einer der Weltkörper festsitze, damit die anderen *um ihn* herumlaufen können.

Tycho hat Copernik's System modificirt; indem er Sonne und Mond um die Erde kreisen lässt, kreisen die Planeten um die Sonne. Man kann somit sagen, dass Tycho in Bezug auf Sonne und Mond die Erde, in Bezug auf die Planeten aber die Sonne festsetzte.

Tycho's System konnte nicht angenommen werden, da *ein* Centralpunct hinlänglich ist, um alle Erscheinungen der Bewegung *„mit Leichtigkeit zu erklären,"* wie wir dies aus den Büchern lernen. Die astronomischen Schriftsteller sind der Meinung, das Tycho's System eine den Vorurtheilen gebrachte Huldigung ist; diese Meinung erscheint als unbegründet, ja als falsch, denn die Biographie Tycho's stellt seinen unabhängigen Geist klar hervor, der ihn sein ganzes Leben hindurch über die Vorurtheile erhob. Tycho, im Besitze einer Sammlung von wichtigen Beobachtungen, eines wahren Schatzes, selbst ein vortrefflicher Beobachter, konnte sich wohl die Ueberzeugung verschafft haben, dass Copernik's System mit den beobachteten Erscheinungen nicht im Einklange ist. Er hat sich hierüber direct ausgesprochen, er hat seine Einwürfe dargelegt, diese durch die Aufstellung seines Systems bekräftigt. Sind seine Einwürfe und sein System nicht kräftig genug den Vorzug zu erringen, so kann man hierin den Beweis nicht finden, dass Copernik's System über jeden Einwurf erhaben ist.

Merkwürdig bleibt es, dass, indem die Theorie Tycho's System verwirft, die practische Astronomie dasselbe factisch anerkennt und sich genau darnach haltet, für sie bewegen sich Sonne und Mond um die Erde, die Planeten um die Sonne; ja wir werden sehen, dass selbst die Theorie ihre Zuflucht zu diesem Systeme nimmt, wenn die Explicationen nach Copernik nicht vorwärts wollen.

Für die practische Astronomie ist die Erde so gut wie eine *Null*, als wäre sie gar nichts als der — Beobachtungsort. Sie hat

Digitized by Google

Coordinaten für die Sonne und den Mond, nicht aber für die Erde; sie macht Sonnen-, Mondes- und Planeten-Tafeln, aber keine für die Erde; ja selbst ihr Halbmesser ist aufgeopfert und ist einmal Parallaxe der Sonne, ein andermal Parallaxe des Mondes; nichts hat sie ihr gelassen als ihre Rotation, um deren Dauer man sich wenig kümmert.

Die practische Astronomie hat keine Wahl, sie kann die Bewegungen der Erde nicht beobachten, sie muss sich strenge an das beobachtbare Scheinbare halten; sie kann immerhin für die Rotationsdauer den Sterntag annehmen, so lange sie sich von Schlüssen enthält. Die Uebergänge vom Scheinbaren auf das Reelle, oder doch die Annäherung zur Wahrscheinlichkeit ist die Sache der Theorie.

Wir bemerken hier, dass sowohl Tycho als auch Copernik in der Illusion waren, wenn sie glaubten ein *neues* System aufgestellt zu haben; eben so sind Jene in einer Illusion, die da glauben, dass Tycho's System ein *drittes* ist. Die Erde fixirt, um sie herum die Sonne mit ihrem System, ist wohl nichts anderes als das einfache Zurückgehen zu dem System von Ptolomäus. Uebrigens hat man sich nur davon eine Rechenschaft zu geben, was man unter Sonnensystem verstehet? Ist man sich klar bewusst, dass unter diesem Worte eine Gruppe zusammengehöriger Weltkörper begriffen ist, so erkennt man, dass sowohl Ptolomäus, Copernik und Tycho, als auch alle übrigen Beobachter des Himmels sich nur an das Scheinbare halten konnten und können. Wie es sich nun darum handelte den Chef der Gruppe zu bestimmen, so haben sich jene, die für die Sonne stimmten, der Wahrscheinlichkeit mehr genähert.

Das Sonnensystem ist somit da, um erkannt zu werden, es ist nicht nöthig dasselbe aufzustellen. Die Ideen, welche man sich davon macht, wie die Körper der Gruppe sich bewegen, wie sie gegeneinander situirt sind? können kein System genannt werden.

[3.] Mit dem System von Copernik ist zugleich die Fixität der Sonne angenommen, welche die Theorie als *„conditio sine qua non“* setzt. Ohne diese Fixität können die tiefsinnigen Investigationen über die Himmelsmechanik nicht gemacht werden; der Geometer muss einen fixen Punct für seine Coordinaten haben, einen fixen Centralpunct der Action, er benöthiget der fixen invariablen Ebenen, der geschlossenen Curven; er muss einen radius vector haben, der Flächen beschreibt, er muss für die Bahnebenen Axen und Pole haben, damit diese auf dem Himmel verschiedene Figuren beschreiben, und die Bahnebenen — eine auf der anderen — sich bewegen können. etc. etc.

Es ist natürlich, dass man sich nie fragte, wie denn ein Weltkörper im freien Raume fix sein könne? Da indessen die menschlichen

Ideen manchmal auch im Zusammenhang sind, so ist es wahrscheinlich, dass jene, welche man sich von der Trägheit gemacht, viel beigetragen hat, die Idee über die Unbeweglichkeit hervorzurufen.

Was ist nun diese — als erstes Naturgesetz proclamirte — Inertie der Materie? *) Die absolute Passivität, die Neigung zur ewigen Ruhe, unerschütterliche Gleichgiltigkeit, vollkommener Gehorsam, totale Gefühl- oder Empfindungslosigkeit, Sorglosigkeit etc. etc., mit einem Worte das incarnirte „*non possumus*?" und alles dies um Andere thun zu lassen, zugleich aber sich der Action welcher Kraft immer zu unterwerfen, jeder Impulsion zu folgen!

Sind diese Eigenschaften in der Materie wirklich anzutreffen? Sie lässt sich — ohne Widerstand — weder comprimiren noch ausdehnen; der Widerstand aber ist selbst eine Kraft und nicht ohne Grund sagten die Alten „*vis inertiae.*"

Die Materie hat die Neigung *Eine* zu sein; ihre kleinsten Theile — Atome, Moleculen oder Sonnenstäubchen gleichviel — ziehen sich gegenseitig an, um sich um einen gemeinschaftlichen Mittel- oder Schwerpunct anzusammeln; sie drängen und schliessen sich eines dem andern an, die Materie ist somit versehen mit der anziehenden Kraft, die Materie ist selbst eine Kraft in stetiger Action, folglich kann sie nicht inert sein.

Die den Erdtheilen zugeschriebene Trägheit ist nur scheinbar und relativ; jeder Theil der Materie, sei dieser im Innern oder an der Oberfläche des Erdsphäroids, ist von ihrem Mittelpuncte oder Schwerpuncte angezogen, welcher Schwerpunct seinerseits von jedem Theilchen der Materie angezogen wird; das Ganze aber ist in einer ununterbrochenen Bewegung und, jedes Molecul der geballten Materie nimmt Theil an der Doppelbewegung der Erde. Was sich aber bewegt, das kann nicht inert sein.

Welch immer schwerer Körper, ein Steinstück z. B. vertical geschleudert, fällt auf die Erdoberfläche zurück und man stellt sich vor, dass der fallende Körper unaufgehalten, bis in den Mittelpunct der Erde dringen würde. Wodurch könnte nun der Fall des Steines so gehindert werden, dass er in der Luft gleichsam suspendirt stille stehe? Offenbar durch eine der Erdanziehung gleiche Kraft, welche in verticaler Richtung auf den Stein wirkt, also durch eine Gegenkraft, welche direct vom Mittelpunct der Erde ausgeht; dies will nun sagen, dass die Attraction annullirt, der Stein schwebend in der Luft bleibt, in einer der Wurfkraft entsprechenden Höhe oder Entfernung; diese Art Suspension ist aber noch keine Fixität, denn

*) Die Inertie ist das einfachste und *natürlichste* (sic) Gesetz der Natur, welches man sich vorstellen kann. Laplace, Mécanique céleste I. p. 11.

Digitized by Google

der Stein in der Luft wird fortsetzen, sowohl an der Rotation als auch an der Translation der Erde Theil zu nehmen.

Wie könnte nun ein sphärischer Körper im Weltraume festgehalten werden? Durch die Action auf seinen Mittelpunct so vieler gleicher Kräfte als es Richtungen im Raume gibt, und diese zahllosen Kräfte in sein Centrum vereinigt, bringen genau dieselbe Wirkung hervor, welche die Centralanziehung einer Sphäre auf ihre Moleculen ausübt; welche nun immer die Quelle sei, aus welcher die vorausgesetzten Kräfte entströmen, so können diese dennoch nicht hindern, dass der Weltkörper sich fortbewege, d. h. gravitire mit den übrigen Weltkörpern, indem der hervorgebrachte Effect sich nur auf die eigene Bewegung des Körpers bezieht. Hieraus folgt, dass, um sich die Fixität eines Weltkörpers gut vorzustellen, man eine allgemeine Fixität aufstellen muss, also ein fixes Universum, da die nach der Supposition wirkenden Kräfte nur von fixen Körpern ausgehen können. Auf diese Art gelangt man zu dem Begriff einer absoluten Unbeweglichkeit, zu dem Begriff einer universalen Trägheit in Folge der *Repulsion*. Wird es nicht so klar, dass man mit viel mehr Grund sagen kann, dass *„das erste und einfachste Naturgesetz die Bewegung ist?“*

Die Mechanik hat die Fixität und die Trägheit als ihre Grundsätze aufgestellt; nennt sie nun diese *„Naturgesetze“* und wendet sie sie auf den Himmel an — wo weder die eine noch die andere existirt — so muss sie voraussetzen, dass die Weltkörper alle inert und ursprünglic . regungslos waren und durch eine Kraft — unbegreiflichen Ursprunges — in Bewegung gesetzt wurden. Auf diesem Felde kann der prüfende Gedanke, kann die Vernunft, der Imagination nicht folgen.

Während Laplace seine —Erstaunen erregenden— Arbeiten mit musterhafter Ausdauer fortsetzte, protestirte die Sonne laut genug gegen ihre Unbeweglichkeit; sie hat klar gezeigt, dass sie kein fixer Punct sein will für die fixen Ebenen; vergebens, die grossen Geometer setzten sich über ihre Reclamation hinaus und sie muss *„nolle velle“* nach deren höchstem Willen fix fungiren.

Dennoch hatten die Geometer Unrecht, die Sonne nicht friedlich gehen zu lassen, ihre Determinationen und Gesetze sind ja viel zu solid, um sich durch eine solche Kleinigkeit stören zu lassen. Was für drei Körper obligatorisch ist, bleibt unverändert für welch immer ein System von Körpern, ja für alle möglichen Systeme einer endlosen Menge von Weltkörpern; wenn hiemit die Sonne zu den gebräuchlichen Manipulationen der Geometer sich nicht hergeben will, so haben sie nur ihre Coordinaten auf einen anderen fixen Punct zu transportiren, zu einer Centralsonne z. B. und zu deren fixen Ebene und Alles bleibt im Alten; die kleine Vergrösserung

Digitized by Google

der Dimensionen kann die unwandelbaren Gesetze nicht alteriren und die gegenwärtige Sonne bewegt sich mit ihrem Gefolge einfach in der Ebene einer Ellipse, eben so gut nach Kepler's Gesetzen, als dies heutzutage die Planeten und ihre Satelliten thun müssen.

Hieraus ist es ersichtlich, dass die Geometer die zugestandene Bewegung der Sonne sehr gut hätten benützen können, um dadurch die Vollkommenheit ihrer Theorien noch stärker zu beweisen, zuleich aber die Unfehlbarkeit der Infinitesimalrechnung zu demonstriren.

Die allgemeine Gravition, oder was nach der Theorie dasselbe ist, die Universalbewegung ist so sehr durch die Beobachtungen bestätigt, dass man, um die Unbeweglichkeit eines Weltkörpers aufzustellen, einer übertriebenen Dosis von Imagination benöthigt.

[4.] Zu Copernik's Zeit war die wirkliche, die eigene Bewegung der Sonne noch nicht erkannt oder vielmehr noch nicht zugegeben; ihre scheinbare Bewegung aber war zu allen Zeiten — eben so wie noch heute — sichtbar, sie wird ja beobachtet. Wenn nun Copernik sich entschloss die Sonne fest zu stellen, so that er dies 1. vielleicht ein wenig durch den uns inwohnenden Widerspruchsgeist angetrieben, indem es nicht ein einziges beobachtetes oder beobachtbares Phänomen gibt, welches zu einem solchen Schlusse berechtigt; 2. indem er ein neues System begründen wollte, so musste er wohl dem älteren irgend etwas entgegensetzen. Wenn Copernik nach reifer Ueberlegung zu der Idee gekommen wäre, dass es „*doch möglich sein könnte, dass auch die Sonne sich bewegt*," so hätte er gar kein System gemacht; nachdem aber der fixe Mittelpunct des Systems entschieden war, musste das Uebrige — Dank der Einbildung — von selbst folgen.

Wir sagen mit Nachdruck *Einbildung*, da die Bahnebenen, welche den Mittelpunct der Sonne durchschneiden, so wie die Anordnung der Planeten um die Sonne herum rein imaginär sind, denn sie beruhen nicht auf Beobachtungen; fügen wir noch hinzu, dass die Attractionstheorie noch nicht aufgestellt war, so wird es begreiflich, dass Copernik gar nicht ahnen konnte, welcher Gefahr er die Planeten aussetzt, indem er diese (nach seiner Anordnung) um den Mittelpunct der fixen Sonne kreisen lässt.

Was die Figur der Bahnen anbelangt, beliess sie Copernik als kreisförmig, aber durch die Lage der Bahnen in Bezug auf die Sonne hat er diesen das Maximum der Grösse angewiesen, so wie auch beiläufig das Maximum der Geschwindigkeit, indem er die Bahnhalbmesser gleich setzt mit der Sonnenferne.

Copernik hat — nach den ältesten Ideen — die Entfernungen der Planeten von der Sonne angegeben und obwohl diese nie bekannt waren, so genügt es, dass die Distanzen mit den Bahnhalbmessern

Digitized by Google

identisch und als Synonyme angenommen wurden. Copernik konnte sich jedoch der Zweifel nicht erwehren, die nach und nach sich in ihm regten, als er anfing die beobachteten Phänomene mit seinem System zu vergleichen. So hat ihn z. B. der Mond in einige Verlegenheit gebracht, welche sich durch die Frage des Parallelismus der Erdaxe noch vergrösserte; glücklicherweise haben seine Nachfolger alle seine Scrupeln gehoben und über alle seine Schwierigkeiten leicht triumphirt; sie haben alle Hindernisse beseitigt, haben selbst den Schatten jedes möglichen Zweifels für immer vernichtet, welcher Zweifel sich tollkühner Weise in Bezug auf das ganze System oder einer seiner Theile erheben könnte.

Kepler und Newton waren von ihren eigenen Ideen zu sehr erfüllt, um sich die Mühe zu geben, Copernik's System einer strengen Prüfung zu unterwerfen. Auch war zu Kepler's Zeit die wahre analytische Methode noch nicht erfunden; es ist demnach nicht seine Schuld, dass er weder differenciren noch integriren, folglich auch gar nichts beweisen konnte; geleitet aber von einer Enthüllungsgabe, welche ihn characterisirt, wusste er wenigstens, dass der Himmel sich vor der Macht der ebenen Geometrie beugen muss und dass die Weltkörper sich dem Einflusse der Quadrat- und Cubikzahlen nicht entziehen können, woraus einfach folgt, dass das Universum sich nach seinen Gesetzen verhalten muss.

Es war nun später, dass die grossartigen Arbeiten des Geistes ganz ausnahmsweise auf die Verstärkung, auf die Befestigung des Systems verwendet wurden, ihre Fortsetzung reicht bis auf unsere Tage. Die Aufgabe war, das zu beweisen, was Copernik, Kepler und Newton aufgestellt haben, ohne die Principien zu prüfen, auf welchen System und Gesetze beruhen, ohne zu untersuchen, ob sie mit der Himmelsmechanik oder doch mit den Beobachtungen übereinstimmen?

Laplace weiset der Astronomie drei Perioden an: „*Die erste Periode umfasst die vor Copernik gemachten Beobachtungen über die scheinbaren Bewegungen des Himmels und der Weltkörper, die Hypothesen, welche sich die alten Astronomen imaginirten, um das Scheinbare zu erklären, es dem Calcul zu unterwerfen. In der zweiten Periode leitet Copernik von dem Scheinbaren die Bewegungen der Erde um sich selbst (sur elle-même) und um die Sonne; Kepler entdeckt die Gesetze der planetarischen Bewegung. In der dritten Periode endlich erhebt sich Newton, auf jene Gesetze gestützt, zu dem Principe der allgemeinen Gravitation, und auf dieses Princip die Analyse anwendend, leiten davon die Geometer alle astronomischen Phänomene ab, als auch die zahlreichen Ungleichheiten in der Bewegung der Planeten, der Satelliten und der Cometen. So wurde die Astronomie die Auflösung eines grossen*

*Problems der Mechanik, dessen willkürliche Constanten die Elemente der Himmelsbewegungen sind. Sie enthält die volle Gewissheit, welche erwächst aus der strengen und genauen Erklärung der immensen Zahl und Verschiedenheit der Phänomene, aus der Einfachheit des Principes, welches allein zu den Erklärungen hinlangt etc. etc. *).*"

Nach dieser Darstellung hat man demnach in der ersten Periode nur beobachtet und Hypothesen aufgestellt; in der zweiten machte man Gesetze und in der dritten erklärte man die Gesetze und bewies dieselben auf das allerschärfste. Merkwürdig ist in dieser letzten Periode, dass die eigentlichen Astronomen wie mit einem Zauberschlage vom Schauplatze verschwinden, sie werden von den Geometern überdeckt, verwischt, ausgelöscht, wie dies an den Nebelbildern zu beobachten ist. Die Astronomen haben nichts mehr mit der Astronomie zu thun, die Geometer bemächtigen sich des Himmels, und in ihrem Eifer, Alles zu expliciren, haben sie keine Geduld, die Resultate der Beobachtungen abzuwarten, — welche freilich Jahrhunderte erfordern; — sie sind auch alsbald entschlossen, mit dem Weltall und zugleich mit jener Astronomie zu Ende zu kommen, welche viel zu langsam und zur Explication ganz unfähig ist; und in der That haben sie dem Himmel und der Astronomie zugleich den Garaus gemacht (achevée).

Die Geometer der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts machen den Effect einer Constituante und zugleich legislativen Körpers, welcher sich die Aufgabe stellt, im Himmel die Ordnung herzustellen. Es scheint uns aber, dass das Assemblée weder vom Himmel zusammen berufen war, noch kamen seine Mitglieder aus der directen Wahl der Weltkörper hervor.

[5.] Die Astronomie wird von den Geometern auf folgende Art difinirt:

„*Die Astronomie ist gar keine Wissenschaft, sie ist nichts anderes als eine willkürliche Constante eines der Integralen einer Differenzialgleichung; sie kann aber brauchbar werden, indem sie von Zeit zu Zeit Beobachtungen macht, um die Tafeln reconstruiren zu können, welche nach einer gewissen Zeitperiode — regelmässig — unbrauchbar werden.*"

Die explicirenden Geometer wollen von den Astronomen nichts zu leihen nehmen, „*ausgenommen die unerlässlichen Daten*" (Angaben). Ihre Suppositionen genügen, um „*oft sehr elegante Formeln*" hervorzubringen, die ihrerseits die Explicationen und Demonstrationen aller Himmelsphänomene enthalten. Die Bequemlichkeit ist handgreiflich, sowie die Folge einer derlei Procedur

*) Exposition du système du monde. Pag. 388.

Digitized by Google

evident ist; die Resultate einer so geführten Analyse geben den unwiderlegbaren Beweis, dass Alles das, was man sich einbildete, sehr gut — eingebildet ist.

Entweder stimmen die Resultate der analytischen Untersuchung mit den Resultaten der Beobachtung überein oder sie stimmen nicht; im ersten Falle sind sie überflüssig, im zweiten unnütz. Die Astronomie kann die analytischen Demonstrationen sehr gut entbehren, die Phänomene des Himmels, eben so viele Thatsachen, bedürfen keines Beweises, nothwendig aber ist es, selbe zu studiren.

Die dritte astronomische Periode fällt übrigens mit der Periode einer allgemeinen — philosophischen, wissenschaftlichen und socialen — Investigation zusammen. Der erschütterte Gedanke versetzt die Geister in Bewegung. Die eben erfundene Analyse des Unendlichen musste versucht werden, sie musste als Werkzeug der Untersuchungen sich bewähren; zuerst auf die Dynamik angewendet, führte sie zu überraschenden, unerwarteten Resultaten; aber das neue Instrument *„des Gedankens"* erforderte auch die constante Einwirkung seines Schöpfers, ja eine neue Art des Ideenganges, und, nicht zu verkennen ist es, dass die Casuistik sich darein gemengt hat.

Die Attraction beurkundet sich als eine bewegende Kraft — sagten die Geometer — sie kann somit dem Calcul direct unterworfen werden, anstatt der Bewegung, welche sie repräsentirt. Es war demnach schon als eine ausgemachte Sache supponirt, dass die beobachteten Bewegungen der Weltkörper das Werk der Attraction sind. Diese Bewegungen aber sind dennoch complicirt, und um ihre Realität herauszufinden, ist der Calcul viel zu ohnmächtig; kennt man aber die Grösse der Kraft und ihre Art einzuwirken, so verschwindet jede Difficultät und Alles klärt sich auf. Hierin liegt die Leichtigkeit der analytischen Erklärungen.

Die Geometer waren vollkommen überzeugt, dass sie die Attraction und ihre Natur, sowie Newton diese bestimmt hat, kennen, und dass sie durch deren Gesetze und durch die Macht des Calculs in die Geheimnisse des Himmels eingedrungen sind. Diese innigste Ueberzeugung verleitete sie zu glauben, dass das Universum nichts weiter aufzuweisen vermag, was nicht schon in den allgemeinen Formeln enthalten ist, dass man folglich die Astronomie als geschlossen betrachten muss.

Hätten alle Astronomen diese Ansicht getheilt, so ist es klar, dass die Wissenschaft paralysirt, ihrer Entwickelung ein Ende gemacht, selbe seit Newton nicht einen Schritt mehr vorwärts gekommen wäre. Es gab aber geistreiche, denkende, mit einer Urtheilskraft versehene Beobachter, die sich mit ganzer Seele, nicht den sterilen

Digitized by Google

Speculationen, sondern dem ernsten Studium der Erscheinungen hingegeben haben. In der That hat sich die dritte Periode darauf beschränkt, die Richtigkeit des Systems von Copernik und die Vollkommenheit der Gesetze Kepler's zu beweisen; es ist somit nicht herauszufinden, in was und wie sie zur Entwickelung der Astronomie beigetragen hat? Findet man aber noch heutzutage Jemanden, der behauptet, dass alle Himmelserscheinungen schon bekannt oder gekannt sind, dass ihr *Warum* erklärt und bewiesen ist, so beurkundet dieser sicherlich eine Illusion des Urtheiles in ihrer grössten Präcision. Das *Warum* der Naturphänomene im Allgemeinen ist über die Grenzen hinaus, welche dem Menschenverstande angewiesen sind, und eine Species des Organismus wird von der Erde verschwinden, ohne jemals gewusst zu haben, warum sie dagewesen ist?

Indem er in die Geheimnisse der Natur einzudringen sucht, muss sich der Mensch alsbald überzeugen, dass für ihn überall unübersteigliche Hindernisse sich aufthürmen, und eine annähernde Analyse würde ihn zur Einsicht führen, dass seine Geisteskraft nicht unendlich, dass diese in Bezug auf die Natur eine wahre Null ist. Selbst ein Naturproduct, wäre es wirklich sonderbar, wenn er zur Kenntniss jener Kräfte gelangte, welche ihn hervorbrachten, zur Kenntniss jener Kräfte, welche das Weltall bildeten, leiten und erhalten; wenn er nun aber wirklich zu dieser Kenntniss käme, würde ihn nicht die Phantasie ergreifen, die Schöpfung zu zerstören? Wenn er aber dies nicht könnte, wozu ihm die Kenntniss der grossen Naturkräfte? Um sich dadurch nur selbst einen — Schaden zuzufügen?

[6.] Spricht man von dem Mechanismus des Himmels, so begegnet man alsogleich der Zeit, dem Raume, der Materie, der Bewegung und der Kraft; keines dieser Elemente ist definirbar, und dennoch hängt die astronomische Wissenschaft von dieser Pentarchie ab. Ausser diesen fünf Dingen ist eine Unendlichkeit da von Verschiedenheiten, Variationen und Modificationen in der Beurkundung der Natur, und der Mensch hat nur die Empfindung vielmehr als das Bewusstsein, dass eine universale Harmonie da sein müsse, welche ausgleicht, was uns als nicht stimmend erscheint und für eine allgemeine Stabilität haftet; wie aber diese Harmonie entstanden? das kann er nicht ahnen. Man fängt an, sich allgemeine Ideen zu verschaffen über die Dinge, die Beoachtung führt specielle Ideen herbei, von diesen zieht man Schlüsse. Bis hieher hat man den Bedingungen des Studiums Genüge gethan; wenn man aber sich einfallen lässt, seine Schlüsse als unbestreitbare Wahrheiten zu geben und selbe zu Gesetzen zu erheben, so hat man *das* bewiesen, was wir menschliche Schwäche nennen. Es gibt in der That nichts Gefähr-

Digitized by Google

licheres für eine Wissenschaft, nichts ist mehr fähig, sie zu entarten, sie in ihrem Fortschritte zu hemmen, als die Manie der Gesetzgebung.

Ein constantes Phänomen, eine Erscheinung, die sich immer auf dieselbe Art producirt, gelangen als Thatsachen zu unserer Erkenntniss; die Ausnahmslosigkeit, die Unveränderlichkeit einer Thatsache kann als eine Naturnothwendigkeit angesehen werden. So z. B. ist es eine Thatsache, dass jeder Körper einen Raum einnimmt, der gleich seinem Volum ist; dass jeder Körper sich im Raume befindet, ist eine Naturnothwendigkeit.

Systeme und Gesetze der Astronomie, diese als eine positive Wissenschaft angenommen, sollen nur auf durch die Beobachtung erkannten Thatsachen beruhen; können sie diese nicht nachweisen, so sind sie keine Gesetze, sie bleiben Hirngespinnst trotz ihres brillanten Costüms.

Die Art und Weise, wie Phänomene sich zeigen, wie z. B. Bewegungen sich äussern etc. etc. sind keine Gesetze, und es ist eine üble Gewohnheit geworden, die Verkettung von Umständen, die Regelmässigkeit der Perioden und in der Abwechslung etc. etc. Gesetze zu nennen.

Die Alten, sowie auch Copernik und seine Zeitgenossen, wussten von der echten Himmelsmechanik gar nichts; sie hatten und kannten keine Kraft, womit die verschiedenen Bewegungen der Weltkörper analytisch hervorgebracht werden; sie kannten keine Kraft, welche die relativen Distanzen dieser Körper — der Sonne und der Planeten z. B. — aufrecht hält; keine Kraft, welche die zahllosen Ungleichheiten, Unregelmässigkeiten, Anomalien etc. etc. in der Bewegung verursacht; heutzutage aber weiss man es mit Gewissheit, dass eine solche Naturkraft da ist, man kennt diese Kraft ganz genau, indem sie allein hinreicht, Alles das zu beweisen, was in den Himmelsräumen vorgeht, und diese Kraft nennt sich Attraction, Anziehung, Gravitation, Schwere.

[7.] Was man unter Sonnensystem versteht und immer verstanden hat, ist die Verbindung, das Zusammengehören jener Weltkörper, welche von der Sonne nicht zu sehr entfernt sind, deren eigene periodische Bewegung beobachtbar, deren Durchmesser wahrnehmbar, ja messbar ist; diese Wandelsterne kreisen in einer Zone, welche den Aequator und die Ecliptik umgibt und Zodiak heisst.

Ist die Sonne fix, sowie die Sterne fix sind, die als eben so viele Sonnen angesehen werden, so ist kein anderer Grund da, warum die Planeten eher zu dieser als zu jener Sonne gehören, als eben ihre scheinbare Nähe zu der uns näher bekannten, und ihre grosse Entfernung von den uns unbekannten Sonnen. Der Begriff

Digitized by Google

des Zusammengehörens und des Beisammenbleibens wird erst durch die sich bewegende Sonne klar; was ihr folgt und nicht zurückbleibt, gehört ihr an.

Seit Copernik hat sich das Sonnensystem bedeutend ausgedehnt, vergrössert und noch bedeutender hat seine Bevölkerung zugenommen. Die Zahl der Planeten hat sich mehr alz zehnfach, jene der Satelliten fünffach vermehrt und der Zodiak hat sich erweitert. Die Vermehrung ist im Wachsen und man vermuthet und sucht Planetengruppen zwischen je zwei Körpern, zwischen der Sonne und Mercur z. B. Es gibt nach gewissen Ideen eine Unendlichkeit von Körperchen, (Corpusculen) die um die Sonne schwärmen, geballte Dünste und Nebel aller Art, welche in dem *Ethèr* gravitiren, (eine astronomische Chimäre, ein Erbstück aus dem Alterthum), der eine die Bewegung hindernde und zugleich beschleunigende Kraft besitzt. So wird z. B. der Comet von Encke in seinem Lauf durch den Ethèr gehemmt, darum läuft er von Jahr zu Jahr immer schneller.

Die Astronomen zählen die Cometen unter die Weltkörper und betrachten sie als zum Sonnensystem gehörig; nachdem sie aber nicht wissen, was ein Comet ist, so kann man dem, was sie über selbe denken, glauben und lehren, nicht den geringsten Werth beilegen. Es werden Jahrhunderte, vielleicht Jahrtausende verfliessen, bevor die Astronomen sich vom Lichte rationelle Begriffe machen werden, und erst aus diesen Begriffen werden sie über die Cometen brauchbare Ideen schöpfen können.

Nachdem Kepler sagte, dass es so viele Cometen am Himmel gibt als Fische in den Erdwässern, so gefällt man sich in der Idee — Einer sagt es dem Andern nach — dass es Myriaden und Myriaden von Cometen gibt, die den Weltraum in allen möglichen Richtungen durchfliegen und dass, wenn sie auch zu anderen Systemen gehören, so kommen sie doch nach und nach alle, der Sonne — wenn auch nur einen kurzen — Besuch zu machen. Die eine Hälfte der Myriaden ist rechtläufig, die andere rückläufig, so dass die zwei Armeen gegeneinander marschiren, woraus folgt, dass sie sich gegenseitig — früh oder spät aber sicherlich — systematisch aufreiben und vernichten. Was man alles sich von den Cometen erzählt ist fabelhaft! Jedermann kennt sie, spricht über sie obwohl mit einer gewissen Furcht und Scheu — gerne; so gehet es den Kindern mit den Geistern und Gespenstern. Die anschauende Astronomie ist übrigens reich an Fabeln und Märchen, man könnte diese sammeln, und als astronomische „*Tausend und eine Nacht*“ in Druck legen.

[8.] Liest man in den Büchern die Auseinandersetzung oder Darstellung des Systems von Copernik, die allgemeine Ueberzeugung der Astronomen von dessen Vollkommenheit und Untrüglich-

Digitized by Google

keit, wie es, das einzig mögliche System, den höchsten Grad der Gewissheit erlangt hat, dass es die ewige Grundlage der Astronomie ist und bleibt etc. etc., so muss wohl der Student trachten, das eigentliche Wesen dieses Systems in seiner ganzen Bedeutung kennen zu lernen, bevor er das ernste Studium der Astronomie beginnt. Es scheint aber, dass manche Autoren dieses Wesen des Systems —absichtlich oder wider ihren Willen, gleichviel — in ein gewisses mysteriöses Dunkel hüllen wollen; wahrscheinlich um dadurch sich gegen allfällige Angriffe einestheils zu decken, sich aber andererseits den Schein zu geben, als hätten sie noch schlagende Argumente im Hinterhalt, die sie im Nothfalle hervornehmen können.

Nach gewissen Autoren würde z. B. das Wesen des Systems darin bestehen, dass die Erde ein Planet und mit einer Doppelbewegung versehen ist. Gelingt es nun durch ein Experiment zu beweisen, dass die Erde eine Rotation hat, so hat man zugleich die Vollkommenheit des Systems bewiesen etc. etc. Es wird gelehrt, dass jede neue Entdeckung einen neuen Beweis der Untrüglichkeit des Systems mit sich brachte; betrachtet man aber diese Entdeckungen und Beweise näher, so findet man, dass sie nicht *aus* dem System fliessen, sondern diesem willkürlich angepasst sind. Wir werden in Folge unserer Studien sehen, dass aus diesem System *nicht ein einziges* Himmelsphänomen deutlich, für Jedermann fasslich erklärt werden kann, und dass alle Erklärungen und Beweise *auf* das System zurückgeführt, erzwungen sind.

Um keiner falschen Auslegung Raum zu lassen, um den Anhängern des Systems jede Ausflucht unmöglich zu machen, wollen wir dasselbe mit wenigen Worten characterisiren.

a) Die Sonne ist fix. Die fixe Sonne ist der Centralpunct, *um* welchen die Planeten mit ihren Monden kreisen.

Ist die Sonne nicht fix, so ist das System Copernik's gefallen; ist dieses eine Wahrheit, so müssen die Astronomen beweisen, dass die Sonne sich nicht bewegt, und in der That beweisen sie dies auf alle Arten; woraus dann folgt, dass das System von Copernik auf eine gewaltsame Weise aufrecht erhalten wird und mit der Natur im grellen Widerspruch ist.

b) Die Circulation um das Centrum, so wie auch die geschlossenen Curven, in welchen sich die Planeten bewegen sollen, sind nur mit der Fixität der Sonne vorstellbar. Um nun ihre geschlossenen Ellipsen und deren Ebenen zu haben, müssen die Astronomen unbedingt aufstellen, dass die Sonne sich nicht bewegt. Zu sagen, dass *„die Sonne in Bezug auf ihr System als ruhend betrachtet werden kann,“* ist eine des vernünftigen Menschen unwürdige Aeusserung.

Entweder bewegt sich die Sonne oder sie bewegt sich nicht; eine sich bewegende ruhende Sonne ist — ein Unsinn.

Bewegt sich die Sonne, so gibt es keinen fixen Mittelpunct, keine geschlossenen Curven und keine Bahnebenen; will man diese erzwingen, so muss man die Sonne definitiv fix machen, nicht aber sie zugleich gehen und nicht gehen lassen.

c) Die Halbmesser der Planetenbahnen (nach dem System Kreise) sind gleich ihrer Entfernung von der Sonne.

Dieser Satz fliesst unmittelbar aus der Circulation *um* das Centrum, und ist nicht aus den Beobachtungen entlehnt. Die Supposition ist ein Dogma der Astronomie geworden, ohne dass es möglich wäre zu beweisen oder rationell darzuthun, dass die Bahngrössen oder die Längen ihrer Halbmesser, nothwendigerweise zugleich die Entfernungen sein müssen.

Die Circulation um den fixen Mittelpunct und die daraus folgende Bahngrösse erwiesen sich durch die Aufstellung der Attractionstheorie, durch das *anziehende* Centrum als unmöglich; da man aber von der Circulation sich keine andere Vorstellung machen konnte, blieb man bei der eingewurzelten Idee stehen; die Folge davon war, dass man diese Art der Bewegung nur durch gehaltlose Hypothesen erklären konnte.

Das Wesen des Systems von Copernik ist somit:
„*Die Circulation der Planeten um den Mittelpunct der fixen Sonne*," was damit in Verbindung ist, ist Nebensache.

Bevor wir dieses gepriesene System im Detail betrachten, mit den beobachteten Erscheinungen vergleichen, bevor wir die Theorie in ihrer Thätigkeit näher ansehen, müssen wir die beiden mächtigen Hilfstruppen kennen lernen, welche die Theorie in den Stand setzen, Alles mit der grössten Leichtigkeit erklären und auch beweisen zu können.

Digitized by Google

KEPLER'S GESETZE.

[1.] Copernik hat, wie wir bemerkt haben, die kreisförmigen Bahnen der Alten belassen, welche eigentlich excentrische Kreise waren. Hipparch z. B. hat für die Sonnenbahn (Erdbahn) die Excentricität aus der veränderlichen Winkelgeschwindigkeit dieses Weltkörpers abgeleitet; der Centralkörper, zu jener Zeit die Erde, befand sich somit nicht in dem Mittelpuncte des Kreises.

Kepler dachte, dass die excentrischen Kreise Ellipsen sein müssen, und wie die Chronik sagt, hat er dies durch die anhaltenden Beobachtungen des Planeten Mars, welche theils Tycho gemacht, theils in seiner reichen Sammlung enthalten waren, herausgefunden.

Kepler musste wissen, dass die beobachtbaren Bahnen perspectivische Projectionen sind, und dass ein geneigter Kreis alle möglichen Ellipsen bis zur geraden Linie vorstellen kann, so wie auch die geneigte Ellipse einen — aber nur einen — Kreis projicirt. Er musste dies um so mehr wissen, als er sagt, dass, „*wenn man die Marsbahn central sehen könnte, so würde diese auch dann als eine Ellipse sich zeigen.*“ Da es nun sehr schwer ist, sich so im Raume zu versetzen, damit man auf den Mittelpunct der Marsbahnebene schauen könne, so muss man Kepler wohl auf das Wort glauben, dass dieser Planet eine Ellipse beschreibt.

Geschlossene Bahnen und ihre Ebenen waren die Grundlagen, auf welche Kepler seine Ansichten stützte, über Copernik's System konnte er sich nicht hinübersetzen, denn sie gehören — seine Ansichten nämlich — heutzutage noch zu den astronomischen Dogmen. Kepler konnte somit nicht daran denken, dass alle Projectionen auf die Oberfläche des Firmamentes nur zwei Dimensionen haben können. So wie eine Sphäre sich als eine runde Scheibe projicirt, so werden sich Linien doppelter oder mehrfacher Krümmung als einfache Curven projiciren. So kann z. B. eine cylindrische Spirale in ihrer Centralprojection als ein Kreis erscheinen, in ihrer Längenprojection aber wird sie sich als eine Schlangenlinie zeigen; ist die Bewegung in einer solchen Spirale sehr schnell, so ist die Lateralprojection ein Zig-Zag. Der Blitz z. B., der uns eine solche Zig-Zag-Linie zu beschreiben scheint, kann sich wohl in einer Spirale bewegen.

Digitized by Google

Diese Bemerkungen sollen nur andeuten, dass man aus der projicirten Bewegung *allein*, auf die von dem Körper wirklich beschriebene Figur nicht schliessen kann. Wir werden sehen, dass die Weltkörper sich im Raume in einfachen Curven nicht bewegen können; die Figur aber, welche sie beschreiben, projicirt sich stets in zwei Dimensionen. Wenn nun die practische Astronomie mit zwei Coordinaten auslangt, so kann man hierin den Sinn jenes Ausspruches finden, nach welchem *„die Astronomen mit der absoluten Bewegung im Raume sich nicht befassen."*

Beschreiben nun die Planeten geschlossene Figuren, so müssen die Projectionen derselben gleichfalls geschlossen sein; dieses folgt unmittelbar aus dem System von Copernik. Die Beobachtungen aber zeigen ganz deutlich, die Phänomene der Bewegung deuten unverkennbar hin, dass am Firmament keine Spur von einer geschlossenen Figur zu entdecken ist, woraus dann unmittelbar folgt, dass die Bewegungen der Weltkörper in Curven doppelter oder mehrfacher Krümmung vorgehen. Dass z. B. die Erdbahn, das heisst die beobachtete scheinbare Sonnenbahn, nach einer vollbrachten Revolution sich nicht schliesst, geht aus der Präcession klar hervor.

Ist die Marsbahn eine Ellipse, so müssen alle übrigen Planeten und ihre Satelliten, so wie auch andere Himmelskörper sich in Ellipsen bewegen, dies bedingt die Consequenz der Weltharmonie. Mit seiner Ellipse hat Kepler die Theorie in ein Labyrinth geführt, aus welchem diese nimmermehr heraus kann. Die wichtige Frage des Unterschiedes zwischen Winkel- (angular) und virtuellen (linear oder Raum-) Geschwindigkeit kommt offenbar in eine Verwirrung, so wie die Frage über gleichförmige und variable Bewegung in Confusion geräth.

Nach dem Grundsatze der Mechanik kann ein im freien Raume sich bewegender Körper nur mit gleichförmiger, also nur mit derselben Geschwindigkeit vorwärts schreiten; thut er dies nicht, so sind entweder hindernde oder beschleunigende Kräfte da, die auf ihn einwirken. Die astronomische Theorie erkennt einerseits eine gleichförmige Bewegung der Himmelskörper, stellt aber andererseits eine veränderliche Geschwindigkeit auf.

Bewegt sich ein Körper in einer krummen Linie gleichförmig, so ist seine Winkelgeschwindigkeit der Krümmung proportional, Je grösser oder stärker die Krümmung, desto grösser die Angulargeschwindigkeit etc. etc. Die Ellipse ist eine ungleich gekrümmte Figur, in welcher die Krümmungen der diametral gegenüber liegenden Theile gleich sind. An den beiden Endpuncten der grossen Axe — an den Apsiden — wird somit der Körper die grösste, aber

Digitized by Google

gleich grosse — Winkelgeschwindigkeit haben, die kleinste an den Puncten der Curve, welche der kleinen Axe entsprechen.

Würde z. B. die Sonne mit gleichförmiger Bewegung eine Ellipse beschreiben, so müsste sie in ihrer Apogée dieselbe Winkelgeschwindigkeit haben, welche sie in ihrer Perigée hat, am langsamsten sich aber in den Nachtgleichen bewegen. Die Beobachtungen sagen, dass die Sonne oder die ihr substituirte Erde sich am schnellsten im Winter und am langsamsten im Sommer bewegt; dass ihre Winkelgeschwindigkeit in der Perigée (der Erde im Peribel) das Maximum erreicht, und von da bis zur Apogée (oder Aphel) stufenweise abnimmt, um in der andern Hälfte der Bahn wieder zuzunehmen. Hieraus folgt nun alsogleich, dass es sich nicht mehr um die Winkel-, sondern um die Lineargeschwindigkeit handelt, welche veränderlich sein muss. Wir werden sehen, wie die Theorie diesen Satz durchführt.

Ein Planet kann — nach dem Vorhergehenden — in seiner Bahn sich nicht gleichförmig bewegen, somit kann er in gleichen Zeiten keine gleichen Räume durchlaufen, sondern Räume, welche sich verhalten, wie seine veränderliche Geschwindigkeit. Die Angularbewegung im Verhältnisse der Krümmung ist an sich verständlich.

Kepler musste nun lange dichten und trachten, um herauszubringen, wo eigentlich die Harmonie, die Gleichheit ist, welche die Himmelsmechanik characterisirt, und durch die regelmässige Ab- und Zunahme der Geschwindigkeit deutlich angezeigt wird. Seine Mühe wurde belohnt: denn er entdeckte, dass es der Radius vector ist (die die beiden Mittelpuncte, jenen der Sonne und des Planeten verbindende Linie), welcher in gleichen Zeiten auf der Bahnebene gleiche Flächen beschreibt.

Die sich bewegende Sonne hat Ellipsen und Ebenen abolirt, somit sind die beiden ersten Gesetze Kepler's — welche übrigens in der practischen Astronomie keine Anwendung finden — als ein theures Andenken an die Nachwelt zu überliefern. Wir werden jedoch auf selbe zurückkehren müssen, um den Zusammenhang jener Ideen zu constatiren, welche überhaupt auf die Bewegungen der Himmelskörper sich beziehen.

[2.] Kepler, mit Recht ein Glanzpunct in der Geschichte der Astronomie, war viel begabt; sein Talent, sein Fleiss, seine exemplarische Ausdauer, seine wahre Liebe zur Wissenschaft etc. etc. sind eben so viele Titel zu jener Achtung und Ehre, welche seinem Namen und seinem Andenken die Nachwelt nicht versagen kann. Mehr jedoch menschlichen, wir möchten sagen, irdischen als abstrahirenden Geistes, suchte er die Begriffe, Erfahrungen, Kenntnisse, Verhältnisse und Harmonie etc. etc. auf dieselbe Art dem

Digitized by Google

Himmel anzupassen oder diese dort eben so zu finden, wie dies alles auf Erden erworben, erkannt werden kann. Figuren und Zahlen im Weltraume, die Coincidenz der Erscheinungen mit den eingesogenen Begriffen zu suchen, ist wohl der Menschennatur entsprechend, ja fast unausweichlich.

Die sich bewegenden Weltkörper müssen ja irgend einen Weg, eine Richtung einschlagen, sie müssen irgend eine Figur beschreiben. Wo Linien, gerade und krumme sind, dort ist auch die Geometrie: die Frage ist nun, soll die Geometrie dem Himmel eine ihrer fertigen oder Lieblingsfiguren liefern oder soll sie suchen, sich mit einer neuen, vielleicht noch unbekannten Figur durch den Himmel bereichern zu lassen? Wo Grössen und Mengen sind, da finden sich auch die Zahlen als unausweichliche Gesellschafter ein. Ob aber die mit den Himmelserscheinungen verbundenen Zahlen mit jenen des gemachten Zahlensystems übereinstimmen? ist eine andere Frage. So viel ist gewiss, dass die unendliche Reihe der natürlichen Zahlen und ihre eben so unendlichen Bruchtheile nothwendigerweise alle erdenklichen oder möglichen Grössen und Mengen ausdrücken könne, dass man somit Quadrate und Würfel, so wie alle Arten von Potenzen und Wurzeln in ihr auffinden kann. Aber trotz der unendlichen Ausdehnung und — wir möchten sagen — Elasticität des Zahlensystems kann die Astronomie noch kein himmlisches Zahlenverhältniss an Quantität und Grösse aufweisen, welches mit den gebräuchlichen Zahlen und Ziffern genau auszudrücken möglich ist. Es ist somit nur die „*Annäherung*," welche übrig bleibt; glücklicherweise kann diese Annäherung endlich einen Werth vorstellen, mit welchem einer jeden Anforderung genug gethan ist.

Wo Bewegung ist, ist auch eine bewegende Kraft; beide fallen in das Gebiet der Mechanik. Diese Wissenschaft kann sich jedoch mit der consequenten Geometrie nicht messen; sie ist voll Empirismus, voll von abstracten Begriffen, ja sie enthält Hypothesen. Die irdische Mechanik, auf den Himmel angewendet, hat keinen Sinn, die Himmelsmechanik aber lässt sich nicht *machen*, sie ist da, um angestaunt und — so viel es möglich ist — um studirt zu werden.

Auf viele Menschen üben die Zahlen einen magischen Einfluss aus. Pythogoras und seine Schule werden somit fortleben. Die Coincidenz der Zahlen gilt noch für Viele als ein Beweis, sie wird daher emsig gesucht. Hat doch selbst Laplace den Umstand mit Emphase herausgehoben und daraus eigenthümliche Folgerungen gemacht, dass „*fünfmal die Revolution Jupiters dreimal jene des Saturn ist*," so hat er auch nach Newton's Theorie der Fluthen *seine* aufgestellte Theorie auf Coincidenzen gegründet.

Digitized by Google

Kepler blieb — während seiner Nachsuchungen — nicht bei den Zahlen allein: er dehnte seine Coincidenzsucht auf alle ihm bekannten harmonischen Verhältnisse aus. Er nahm die Musik, die Töne, die Saitenlänge etc. etc., er nahm die geometrischen und platonischen Körper; er hätte seine Untersuchungen auf die Harmonie des Schönen, auf die Symmetrie in der Baukunst etc. etc. ausdehnen können; hätte er z. B. den Pendel und dessen *Gesetze* gekannt, so würde er den einfachen sowohl als auch den Centrifugalpendel mit den Weltkörpern in Einklang zu bringen gesucht haben. Endlich kam er — sagt seine Biographie — auf die Investigation der Potenzen, auf die Quadrat- und Cubikzahlen, und verwendete nicht weniger als 17 Jahre, um sein drittes Gesetz zu finden.

[3.] Dieses dritte Gesetz stellt das Verhältniss auf, zwischen den Umlaufszeiten und den Sonnenfernen der Planeten. Nach diesem Gesetze verhalten sich die Quadrate der Umlaufszeiten wie die Würfel der Entfernungen. Die Entfernung war für Kepler, sowie auch heute noch für alle Astronomen, der Halbmesser oder die halbe grosse Axe der Planetenbahn. Die Umlaufszeiten der zu Kepler's Zeit bekannten fünf Planeten waren aus den ältesten Beobachtungen bekannt; es ist zu bemerken, dass die Alten tropische Umlaufszeiten annahmen, die Neuen aber vorzogen, die siderischen aufzustellen, welche keine Umlaufszeiten sind. Die Distanzen der Planeten von der Sonne waren zwar nie bekannt, sie sind es heute noch nicht, aber man hat sich davon Vorstellungen gemacht und diese mit Zahlen ausgedrückt; somit hatte Kepler nach diesen Kenntnissen das herauszufinden, was früher oder später die Aufgabe der Astronomie geworden wäre. Möglich, dass Andere zweimal 17 Jahre darauf verwendet hätten, ohne das dritte Gesetz gefunden zu haben.

Bedenkt man, dass zur Zeit Kepler's die Sonne bei zwanzigmal näher der Erde war als gegenwärtig, dass ihre Entfernung nicht über 2 Millionen Meilen war, welche Kepler — ohne den Grund davon anzugeben — auf 6 bis 7 Millionen vergrösserte; dass die auch nur annähernde Entfernung keines einzigen Himmelskörpers von der Erde oder von der Sonne bekannt war, so muss man wohl fragen, was soll das dritte Gesetz Kepler's bedeuten? Auf welche Beobachtungen, auf welche Thatsachen gründete Kepler sein drittes Gesetz? Muss man nicht deutlich erkennen, dass es die Frucht der Imagination ist?

Das Gesetz bestimmt im Allgemeinen: „*welche immer die Umlaufszeiten, kurz oder lang, welche immer die Entfernungen, gross oder klein sind, so muss das angegebene Verhältniss zwischen ihnen bestehen.*“ So machte Kepler für den Himmel — sein Gesetz.

Digitized by Google

Ob dieses Gesetz der Himmel auch angenommen hat? davon können sich die Astronomen nicht überzeugen; dies ist aber eine Nebensache, der Himmel muss sich den Gesetzen fügen.

Besteht nun das gegebene Verhältniss wirklich, so ist es in der That gleich, ob man tropische oder siderische Umlaufszeiten annimmt, indem diese gleichartig und im Verhältnisse ihrer Dauer von der Präcession afficirt sind. Ist aber die Sonnenferne nicht der Halbmesser der Planetenbahnen, so muss man annehmen, dass diese sich genau wie die Distanzen verhalten, was bis heute noch kein Gegenstand der Discussion ist. Dass diese Bahnhalbmesser unabhängig sind sowohl von den Umlaufszeiten als auch von den Entfernungen, ist an sich klar. In derselben Entfernung von der Sonne, kann ein Planet eine unendliche Menge von grossen und kleinen Kreisen zur Bahn haben, das Minimum der Bahngrösse wäre ein Punct ohne Dimensionen, also keine Revolution, sondern nur eine Gravitation; das Maximum aber eben die Sonnenferne zum Radius nach dem System von Copernik. So kann in derselben Zeit ein Planet kleine oder grosse Bahnen durchlaufen, indem die Räume sich wie die Geschwindigkeiten verhalten. Wir können somit sagen, dass die Bahnhalbmesser von der Sonnenferne unabhängig sind, mit derselben aber in einem gewissen Verhältnisse sein können. Dass wir bei dieser Art Betrachtung vom Systeme Copernik's abstrahiren, ist selbstverständlich.

[4.] Kepler's Gesetze wurden von den Astronomen allgemein angenommen, und mit Ausnahme der Ellipse keiner Investigation unterworfen; wir werden sehen, auf welche Art und mit welchem Erfolge Geometer und Astronomen die Wirklichkeit der elliptischen Bahnen beweisen. Insbesondere ist das dritte Gesetz Kepler's die einzige Quelle, aus welcher die theoretischen Bestimmungen der Distanzen entfliessen. In den Büchern findet man umständlich dargelegt, wie leicht man auf diese Art zur Kenntniss und zur genauen Bestimmung der Entfernungen gelangt? Man braucht nur die Distanz eines einzigen Planeten zu kennen, so kennt man auch schon die Entfernung aller. So z. B. ist die Entfernung der Erde von der Sonne beiläufig gekannt, wird diese als Einheit angenommen, so geben sich nach dem dritten Gesetze Kepler's die Entfernungen aller bekannten und unbekannten Planeten. Da indessen die Planeten ebenso wie die Erde, während ihrer Revolution in verschiedene Distanzen von der Sonne kommen, so ist es klar, dass man nicht wissen kann, welche ihre wahre Entfernung ist? Die Theorie kömmt dadurch nicht in Verlegenheit; es gibt gewiss unter den variablen Entfernungen eine *mittlere*, folglich ist die mittlere Entfernung die *wahre*. So werden die „*Elemente des Sonnensystems*“ berechnet und als die Quintessenz astronomischer Bestimmungen

Digitized by Google

in Tafeln aufgeführt, ohne dass die Wissenschaft im Stande wäre, durch beobachtete Thatsachen die Richtigkeit derselben nachzuweisen.

Das dritte Gesetz lautet somit nach der *practischen* Theorie wie folgt:

„*Die Quadrate der siderischen Umlaufszeiten verhalten sich wie die Würfel der mittleren Entfernungen.*

Wir können nun fragen, in wie weit die Gesetze Kepler's zur Befestigung des Systems von Copernik beigetragen haben?

Dadurch, dass Kepler die excentrischen Kreise in Ellipsen umgewandelt hat, erlitt das System keine wesentliche Aenderung. Die den Planeten angewiesene neue Bahn, die Figur, welche sie von nun an zu beschreiben haben, ist eine Ellipse. Diese merkwürdige und schöne geometrische Figur ist viel interessanter als der gemeine Kreis der Alten und die Planeten müssen mit viel mehr Freude sich darin bewegen. Die Ellipse ist eine eben so geschlossene Curve wie der Kreis und damit ist dem System Genüge geleistet. Dass die Ebene einer solchen in sich selbst rückkehrenden Curve eine invariable ist, versteht sich von selbst. Damit der radius vector Flächen durchlaufen und beschreiben könne, ist eine Ebene unerlässlich. Ein Planet bewegt sich in seiner elliptischen Bahn mit veränderter Geschwindigkeit, welche ihr Maximum in dem einen Endpuncte der grossen Axe erreicht, es ist somit begreiflich, dass der Planet in eigener Person keine Flächen und auch keine gleichen Bogen in gleichen Zeiten beschreiben kann, daher muss der Ausgangspunct der Bewegung des radius vector sich in dem, der grössten Geschwindigkeit nahe liegenden Brennpuncte der Ellipse befinden. Hieraus folgt dann natürlich, dass diesen Brennpunct die Sonne einnehmen müsse, denn die grösste Geschwindigkeit des Planeten ist im Perihel; hieraus folgt ferner, dass die Ebene der Ellipse genau den Mittelpunct der Sonne durchschneide, ohne welche Bedingung die Flächen durch den radius vector nicht beschrieben werden können; hieraus folgt endlich, dass indem die Planeten während ihrer Revolution in verschiedene Distanzen von der Sonne kommen, und wegen ihrer verschiedenen Geschwindigkeiten in gleichen Zeiten gar nichts Gleiches beschreiben können, so bleibt nichts übrig, als dass der radius vector in gleichen Zeiten gleiche Flächen beschreibe.

Auz diesen gesetzlichen Umständen geht es klar hervor, dass die von der invariablen — ganz festen — Ebene, in ihrem Mittelpunct durchgeschnittene Sonne sich nicht rühren kann, es ist somit auch bewiesen, dass Copernik ganz den Kepler'schen Gesetzen gemäss die Sonne im Raume festgesetzt hat.

Digitized by Google

Nachdem sich die Würfel der Entfernungen wie die Quadrate der Umlaufszeiten verhalten, der radius vector aber in der unveränderlichen Ebene verbleiben muss, so folgt daraus, dass die halbe grosse Axe der Ellipse die Entfernung des Planeten von der Sonne ist, was abermals den evidenten Beweis liefert, dass die Planeten um den Mittelpunct der fixen Sonne kreisen. Indem sowohl Distanzen als Geschwindigkeiten variabel sind, so muss man sie im Mittel nehmen, was gar nichts schweres ist.

[5.] Fragen wir nun, was ist die Bahn eines Planeten oder überhaupt eines Weltkörpers? so sagt uns die Theorie. dass die Bahn der Umkreis der Ellipse ist, dessen Ebene den Mittelpunct der Sonne oder des anziehenden Körpers durchschneidet, und dass diese Peripherie der Ellipse für immerdar in demselben Himmelsraum sich befindet ohne sich zu verrücken; aus diesem Grunde kennen die Astronomen genau die Lage des Weltkörpers.

Was wird nun aber aus dieser mit einer invariablen Ebene versehenen Bahn, wenn die Sonne sich im Raume, ohne je stille zu stehen, fort und fort bewegt? Wir sagen, es gibt auf diese Art gar keine Bahn; die der Sonne folgenden Körper beschreiben im Raume endlose Figuren, nie kehren sie mehr an die Stelle zurück, welche sie einmal schon eingenommen haben, und ihre Bewegung ist stets vorwärts, dabei aber kreisend. Wenn man nun den Weg, den ein Planet im Raume durchmacht, seine Bahn nennt, so kann man auch den Weg, den z. B. ein Vogel in der Luft durchfliegt, gleichfalls seine Bahn nennen.

Während seines Laufes beschreibt ein Planet eine gekrümmte Linie, eine Figur, welche sich auf die Himmelssphäre projicirt; zu derselben relativen Stellung zur Sonne gelangt, hat er die Periode einer seiner Revolutionen (Circulationen) durchgemacht, diese Periode wird seine Umlaufszeit sein können. „*Die projicirte Figur ist bestimmter Dimension, sie kann ein Kreis oder Ellipse scheinen und kann somit einen Halbmesser haben, welcher die Grösse des beschriebenen Raumes theilweise angibt.*“ Dies im Auge behaltend, können wir uns der Ausdrücke Bahn und Bahnhalbmesser in Folge unserer Studien bedienen, ohne zu fürchten, dadurch eine Verwirrung zu stiften.

Gehen wir auf die nähere Betrachtung über, welche Ansichten die Theorie aufgestellt hat, um dem System von Copernik und den Gesetzen Kepler's Genüge zu leisten?

[6.] Das dritte Gesetz Kepler's in steter Anwendung. gibt, wie wir bemerkt haben, der Theorie ein leichtes Mittel in die Hand. die ersten Elemente der planetarischen Bewegung — Zeit und Raum — zu bestimmen. Eine einfache Beobachtung von einigen Tagen reicht hin, um die Umlaufszeit und die Entfernung eines Planeten *genau* anzugeben.

Digitized by Google

Was beobachtet wird ist die Bewegung, wie sie dem Auge projicirt erscheint, weder Umlaufszeiten noch Distanzen können direct beobachtet werden, sie sind von der ersteren abgeleitet.

Man beobachtet einen Planeten, der in 24 Stunden einen auf der Himmelssphäre merkbaren Bogen beschreibt. Dieser Bogen wird seine tägliche Bewegung genannt. Es wird nun vorausgesetzt, dass die Bahn eines Planeten, ein im Himmelsraume beschriebener Kreis oder Ellipse ist, deren Umfang 360 Grade enthält. Wenn demnach der Planet 360 angebbare Grade durchgelaufen hat, so ist seine siderische Revolution vollendet. Der gefundene Tagbogen wird dann als seine mittlere Bewegung angenommen.

Theilt man nun die Kreisperipherie durch den Tagbogen, so erhält man die Umlaufszeit; nennen wir den ersten t, die zweite u, so ist $u = \frac{360^0}{t}$ und $t = \frac{360^0}{u}$, wo also $tu = 360 = 1$ ist. Es ist hieraus ersichtlich, dass die Umlaufszeiten sich umgekehrt wie die Tagbogen verhalten und dass ein Element das andere bestimmt: es ist klar, dass die Bewegung es ist, welche als Grundlage der Verhältnisse dient.

Das umgehehrte Verhältniss zwischen Tagbogen und Umlaufszeiten kann das Verhältniss der Entfernung nicht enthalten; ist aber dieses durch andere Beobachtungen oder Bestimmungen herausgebracht, so können sie in Einklang gesetzt werden. Kennt man nun den Tagbogen, so kennt man auch die Umlaufszeit eines Weltkörpers, ohne diese besonders beobachtet oder mit der täglichen Bewegung controlirt zu haben. Durch spätere Beobachtungen kann man die Wirklichkeit der siderischen Umlaufszeit verificiren. Was die alten Planeten betrifft, so hat die Beobachtung dieser ihre Perioden constatirt, mit den neuen Planeten konnte sie dies noch nicht thun. So z. B. ist Neptun im Jahre 1846 entdeckt worden, seine Umlaufszeit ist 164·62 Jahre, und dennoch kennt man alle seine Elemente, deren Richtigkeit man erst in dem kommenden neuen Jahrtausend erkennen wird.

Um die Anwendung des dritten Gesetzes von Kepler näher kennen zu lernen, müssen wir eine arithmetische Excursion machen.

[7.] Aus dessen Verhältnisse folgt sogleich, dass die dritten Potenzen der Entfernungen sich umgekehrt verhalten wie die Quadrate der Tagbogen.

Kepler hat nicht zu gleicher Zeit die „*Bewegung*“ mit den Umlaufszeiten in Verbindung gebracht; da die Geschwindigkeit des Planeten in seiner Bahn von der Bahngrösse abhängt, so setzt deren Kenntniss jene der Bahn voraus.

Digitized by Google

Bringt man die Tagbogen und die Umlaufszeiten der Planeten auf dieselbe Benennung, jene des Mercur z. B. als die Einheit angenommen, so hat man — wie früher — $tu = 1$.

Wir fügen hier eine Tabelle bei, in welcher wir nur die Hauptplaneten — einen von den kleinen eingeschaltet — mit ihren gegenwärtig durch die Theorie gegebenen Verhältnissen an Zeit, Raum und Bewegung verzeichnen; zur leichteren Uebersicht haben wir die Tagbogen in den Einheiten des Neptun, die Umlaufszeiten aber und die Distanzen in Einheiten des Mercur ausgedrückt. Nennen wir noch die Entfernung e, so haben wir nach Kepler's Gesetz: dass die Entfernungen sich direct verhalten wie die $^2/_3$ Potenzen der Umlaufszeiten, und umgekehrt wie die $^2/_3$ Potenzen der Tagbogen.

Es ist somit $e = u^{2/3} = \sqrt[3]{u^2}$ und $u = e^{3/2} = \sqrt{e^3}$. Hieraus folgt, dass $\sqrt[3]{u} = \sqrt{e} = \frac{u}{e}$ ist, und dass die Cubikwurzeln der Tagbogen und der Umlaufszeiten die Grundzahlen des Verhältnisses sind.

Wir haben hier folgende Umstände zu betrachten:

a) Es wird hier angenommen, dass die von den Planeten durchgelaufenen Räume die Kreisumfänge selbst sind. Die Peripherien verhalten sich wie die Halbmesser der Kreise.

b) Die durchlaufenen Räume sind wie die Geschwindigkeiten, ob nun diese gleichförmig oder veränderlich sind: das constante Verhältniss ist von der Zeit unabhängig.

c) Beschreiben die Planeten gleich grosse Kreise, so ist ihre Raumgeschwindigkeit gleich ihrer Winkelgeschwindigkeit. In diesem Falle würde sich Mercur 683·5 mal schneller bewegen als Neptun.

d) Sind die Geschwindigkeiten gleich gross, die Kreise aber verschieden, so verhalten sich die durchlaufenen Räume wie die Zeiten. In diesem Falle würde der Halbmesser der Neptunbahn 683·5 mal grösser als jener des Mercur sein.

e) Sind die Zeiten gleich, so sind die Geschwindigkeiten wie die Halbmesser. In diesem Falle würde Neptun eine 77·6 mal grössere Geschwindigkeit als Mercur haben.

f) Sind aber Zeiten und Räume zugleich verschieden, so ist das Verhältniss zwischen diesen umgekehrt wie die Geschwindigkeit.

Aus dem Gesetz Kepler's folgt, wie dies die Tabelle zeigt, dass die Raumgeschwindigkeiten der Planeten sich direct verhalten, wie die Cubikwurzeln ihrer Tagbogen, umgekehrt wie die Cubikwurzeln ihrer Umlaufszeiten und umgekehrt wie die Quadratwurzeln ihrer Entfernungen.

So z. B. ist der Tagbogen Mercur's 4·25 mal grösser als jener der Erde, sind nun Winkel- und Raumgeschwindigkeiten gleich,

Digitized by Google

TAFEL NACH DEM DRITTEN GESETZ KEPLER'S.

Namen der Planeten	Tagbogen			Umlaufszeiten		Entfernungen		auf eine Raum-Secunde	Geschwindigkeit in 1" Zeit
	t =	des Neptun = 1	$t^{1/3}$	des Mercur = 1	$u^{1/3}$	$e = u^{2/3}$	in Sonnen-halbmessern	Meilen	Meilen
Mercur	14732"419	683·51200	8·80884	1·00000	1·00000	1·00000	84·4263	72·408	12·3476
Venus	5767·668	267·59150	6·44403	2·55430	1·36696	1·86760	157·7600	135·302	9·0321
Erde	3548·193	164·61880	5·48058	4·15210	1·60727	2·58332	218·1000	187·054	7·6817
Mars	1886·519	87·52520	4·43995	7·80932	1.98399	3·93618	332·3180	285·013	6·2231
Leucothea	680·787	31·58517	3·16103	21·64030	2·78669	7·76560	655·6215	562·295	4·4306
Jupiter	299·129	13·87810	2·40313	49·25100	3·66555	13·44622	1134·7310	972·895	3·3683
Saturn	120·455	5·58852	1·77460	122·30660	4·96382	24·63954	2080·4270	1789·111	2·4873
Uran	42·233	1·95940	1·25125	348·83670	7·03950	49·55430	4183·7600	3588·150	1·7538
Neptun	21·554	1·00000	1·00000	683·51200	8·80884	77·59445	6551·7330	5618·493	1·4016

so bewegt sich Mercur 4·25 mal schneller als die Erde; sollte demnach die Erde sich mit der Geschwindigkeit Mercur's bewegen, so müsste sie eine 4·25 mal grössere Entfernung von der Sonne haben als Mercur, ihre Distanz aber ist nur 2·58 mal grösser, folglich ist die eigene Geschwindigkeit Mercur's $\frac{4·25}{2·58} = 1·61$ mal grösser als jene der Erde. Die Zahl 1·6073 ist aber die Cubikwurzel von 4·2521 und zugleich die Quadratwurzel von 2·5833. In der Tafel ist Mercur's Geschwindigkeit 12·3496, jene der Erde 7·6817; die erste Zahl durch die zweite getheilt, gibt die Verhältnisszahl von 1·6073.

Wir sehen somit, dass nach dem dritten Gesetze Kepler's die Geschwindigkeiten der Planeten in dem Maasse abnehmen, als die Cubikwurzeln ihrer Tagbogen abnehmen und in dem Maasse, als die Quadratwurzeln ihrer Entfernungen zunehmen.

Wir haben erwähnt, dass die Kenntniss des Tagbogens hinlänglich ist, um die Umlaufszeiten, Entfernungen und Geschwindigkeiten der Planeten aus dem dritten Gesetz Kepler's abzuleiten. Geben wir ein Beispiel:

Ein Planet wird beobachtet, sein Tagbogen ist 80″ (Bogensecunden). Hieraus folgt seine Umlaufszeit $\frac{(360)^2}{8} = 16200$ Tage; in jener des Mercur ausgedrückt = 184·145. Die Cubikwurzel dieser Zahl ist = 5·6893, das Quadrat dieser Cubikwurzel = 32·3685, des Planeten Entfernung von der Sonne, jene des Mercur als Einheit genommen: seine Geschwindigkeit ist 2·1714 Meilen in der Secunde, beiläufig anderthalbmal grösser als jene des Neptun. Der Planet ist zwischen Saturn und Uran.

Ein anderer Planet beschreibt täglich den Bogen von 12 Graden. Seine Umlaufszeit ist von 30 Tagen, sein Tagbogen ist somit 2·9323 mal grösser als jener des Mercur. Die Cubikwurzel von 2·9323 ist = 1·5455, daher ist seine Geschwindigkeit eben so vielmal grösser als jene des Mercur, sie ist 19·082 Meilen per Secunde. Seine Umlaufszeit ist 0·34103, jene des Mercur = 1 gesetzt und seine Distanz = 0·48812 = 34·277 Sonnenhalbmesser.

Digitized by Google

NEWTON'S ATTRACTIONS-GESETZE.

[1.] Ein deutlich wahrnehmbares Phänomen definirt sich die Anziehung von selbst. Die Wirkung des Magnetes, des Bernsteines, anderer Harze, des Glases etc., ist längst bekannt, und die Alten verstanden unter *„anziehenden Kräften"* jene, welche das bekannte Phänomen hervorbringen.

Die Anziehung äussert sich stets auf dieselbe Weise, das Endresultat ihrer Einwirkung ist, dass zwei Körper sich einander nähern, und sich vereinigen. Die Annäherung und endliche Vereinigung können ohne Bewegung nicht statt finden, woraus dann folgt, dass dieselbe Kraft welche anzieht zugleich auch bewegt.

Die Erfahrung hat gelehrt, dass gewisse Kräfte, wie Magnetismus, Electricität, Licht etc. nicht nur anziehen, sondern auch abstossen; man hat diese *„Polarkräfte"* genannt und ihre entgegengesetzten Wirkungen mit positiv und negativ bezeichnet. Etwas abstossen ist, es entfernen und die Bewegung tritt abermals hervor, welche somit von der Attraction und der Repulsion unzertrennlich ist.

Die Einwirkung der Kräfte gegenseitig auf einander und auf die Materie kann Anziehung hervorbringen, wenn noch keine vorhanden war, sie kann die vorhandene stärken oder schwächen. Licht und Wärme erzeugen Magnetismus und Electricität, diese letztere potencirt die Kraft des Magnetes vorzugsweise und mächtig, und alle Körper oder Substanzen können — mit wenigen Ausnahmen — magnetisch oder electrisch werden, oder wenn sie diese Eigenschaft latent besassen, zu ihrer Manifestation gelangen.

Das auf- und ineinander Wirken der Kräfte — Correlation genannt — ist geeignet den Gedanken zu erwecken, dass eine und dieselbe Naturkraft sich nur in ihren Modificationen uns darstellt, und dass wir nicht umhin können, diese Modificationen als distincte, abgesonderte, von einander unabhängige Kräfte zu betrachten. Welche von diesen Modificationen jener eigentlichen Kraft am nächsten kömmt, welche die Anziehung bewirkt? kann man nicht entscheiden, indem man diese Kraft nicht kennt. Auch bezeichnet das Wort *„Anziehung"* nicht die Kraft selbst, sondern ihre Aeusserung, ihren Effect, und wenn man sich so ausdrücken kann, bedeutet es Handlung (Action), Thätigkeit oder Wirkung der Kraft. Man kann

Digitized by Google

somit nicht sagen „*Anziehungskraft*“ oder „*Schwerkraft*,“ so wenig als man sagen kann „*Gravitations- oder Bewegungskraft.*“

[2.] Schon in der ältesten Zeit hat man sich vorgestellt, dass die Bewegung der Himmelskörper durch Anziehung und Abstossung, die allgemeine Gravitation — des Universums — das Walten einer grossen Naturkraft beurkundet, welche ihren Einfluss auf das Weltall ausdehnt und für das Bestehen der Weltordnung haftet. Diese Ideen, mit ihren verschiedenen Nuancen, dehnten sich nie so weit aus, dass Jemand über das Wesen dieser Kraft und über die Art ihrer Aeusserung oder Einwirkung seine Ansichten deutlich ausgesprochen hätte.

Newton war es, der theils den allgemeinen Begriffen nach, theils in Folge seiner eigenen Schlüsse, welche er aus verschiedenen Erscheinungen zog, sich berufen fühlte, aufzustellen, wie, und auf welche Art die Anziehung vorgeht, wie die grosse Naturkraft waltet und wirkt. Er formulirte seine Ansichten und nannte sie Gesetze. Sein Geist und sein Scharfsinn, mehr aber noch sein Muth, sich an das Unerreichbare, an das Unbegreifliche zu wagen, mussten ein allgemeines Erstaunen und zugleich Bewunderung erregen; die gelehrte Welt musste mit Stolz auf ihn sehen — zwischen den Astronomen ist er, was Sirius unter den Sternen ist — seine Theorie und Gesetze als Thatsachen annehmen.

Newton's Geistesthätigkeit ist riesenhaft, Capacität mit Imagination gepaart, zeigt er in allen Zweigen des Wissens oder vielmehr des Denkens eine ungewöhnliche Kraft;*) auch ist er sein langes Leben hindurch allgemein geachtet, geliebt und geehrt, mit Reichthum überschüttet und nach seinem Tode mit königlichen Ehren zu Grabe gelegt worden. Ein Phänomen, das seines Gleichen in der Geschichte der Wissenschaften nicht wiederfindet.

Sagt man nun, dass der Mensch auf Erden überall derselbe ist, so muss die Ursache dieses Phänomens anderswo, doch aber auf der Erde, also am Ende in der geographischen Lage des glücklichen Albion's liegen? Die Athener hätten Newton mit einer Schale voll echten Schirlingssaftes aufgewartet, im neuen Rom hätten ihn seine lieben Brüder aus reiner christlicher Liebe auf die Folterbank gelegt, und in einem gewissen Theile des sogenannten Deutschlands würde er Hungers gestorben sein.

[3.] Das Weltall beherrschende grosse Princip, der Lieblingstraum der Alten, hat sich somit in die allgemeine Anziehung incorporirt, deren Wesen durch die Theorie und Gesetze Newton's auf folgende Weise dargestellt ist:

---

*) Er war Philosoph, Mathematiker, Physiker, Mechaniker, Geometer und Astronom.

Digitized by Google

a) Die Anziehung ist der Materie inwohnend, der kleinste Theil derselben, jedes Atom, jedes Molecul ist mit der anziehenden Kraft versehen. Jedwedes Atom zieht jedwedes Atom an und wird von jedwedem angezogen. Die Anziehung ist somit zwischen Materie und Materie wechselseitig.

Ist diese Idee der wechselseitigen Anziehung als allgemeiner Satz aufgestellt, so fällt der Begriff von „*anziehenden Kräften*" weg, und der Magnet z. B., der das Eisen anzieht, wird von diesem auf dieselbe Art angezogen. Ziehen sich nun zwei Körper gleich an, so kann man nicht mehr bestimmen, welcher der anziehende und welcher der angezogene ist?

b) Die Menge oder Summe der Moleculen bestimmt die Masse der Materie.

Je mehr der Atome desto grösser die Masse.

Durch ihre gegenseitige Anziehung suchen die Atome sich zu vereinigen und bilden so den materiellen Körper, der ihre Totalität in sich fasst. Die Masse dieses Körpers enthält nun die Summe der Anziehungen aller seiner Atome, woraus folgt, dass die Attraction eines Körpers proportional seiner Masse, proportional der angehäuften Materie ist.

Aus diesem Satze wird gefolgert, dass ein Körper auf einen anderen Körper, also wechselseitig, mit der Summe der seiner Masse inwohnenden Kraft einwirkt, welche Summe — wie wir sehen — durch die Quantität der Atome repräsentirt ist.

Uns erscheint der Syllogismus nicht correct genug. Es ist verständlich, dass die Quantität oder die Grösse der Anziehung in dem Körper seiner Masse proportional vorhanden und auch beisammen ist; wenn aber die Moleculen die ihnen inwohnende Kraft zu ihrer wechselseitigen Anziehung, also auf ihr Beisammenbleiben verwenden, so können sie nicht mehr, weder vereinzelt, noch summarisch mit derselben Kraft auf einen anderen Körper und dessen Atome einwirken.

Die Proportionalität der Anziehung nach den Massen ist somit problematisch und wir werden Gelegenheit haben, dies deutlich wahrzunehmen. Hier haben wir zu bemerken, dass Quantität der Materie und Quantität der Masse zwei verschiedene Dinge sind, woraus alsogleich ein Amendement des Gesetzes folgt, und dass man sagen wird müssen; die Anziehung ist zwar der Materie und ihren Moleculen inherent, sie wird aber nicht im Verhältniss der Materie sondern in jenem der Masse der Materie ausgeübt. Hierauf muss demnach die Vorstellung folgen, dass das Molecul der Materie zuerst auf die Quantität seiner Masse zu reduciren ist, bevor seine Anziehungsquantität gegeben, dass somit nicht die Materie sondern ihre Masse mit der anziehenden Kraft versehen ist.

Digitized by Google

Die Materie ist wägbar, sie hat ein Gewicht. Je grösser das Gewicht eines Körpers, desto grösser seine Schwere (gravitas, gravität, pésanteur). Diese Ausdrücke deuten auf das Gewicht, auf die Schwere, nicht aber auf die „*Schwerkraft.*“ Die Theorie hat die Sache so eingeleitet, dass man eigentlich nicht sagen kann, wo die Anziehung steckt? Die Schwere eines Körpers ist weder seine Materie oder sein Volum, noch seine Masse, noch sein Gewicht, die Schwere ist am Ende die Anziehung selbst.

Die Materie und ihre Masse constituiren sich auf verschiedene Art und Weise. Luftartig, flüssig oder fest erscheinen sie in den verschiedensten Modificationen der Dichte. Diese Dichte soll nun die Quantität der Masse eines Weltkörpers bestimmen, wenn ihre Einheit gegeben ist. Die Theorie meint, die Erde kann alle Arten von Einheiten vorstellen, aus welchen dann die comparativen Quantitäten für die übrigen Himmelskörper fliessen. Auf diese Art hat man entschieden, dass bei der Erde, Quantität der Materie — Volum ihres Körpers — Quantität der Masse, Gewicht, Dichte und Schwere sich gleich sein sollen.

c) Die freien Körper im Raume fallen senkrecht auf die Erdoberfläche, in einer Richtung, welche verlängert den Mittelpunct des Sphäroids trifft. Hieraus wurde geschlossen, dass die Anziehung einer kugelförmigen Masse von ihrem Centrum ausgeht. Die den Körper bildenden Moleculen suchen sich um einen Punct zu vereinigen, durch die gegenseitige Anziehung scheinen sie alle zu demselben Sammelpunct hinzuzustürzen, welcher sich dann zum Schwerpuncte, zum Gravitationspuncte heranbildet. In einer Sphäre ist dieser Punct — bei homogener Materie — zugleich der centrale, um ihn gruppirt sich das Moleculenheer. So wird es fasslich, wie zugleich die grösste Dichte sich im Schwerpuncte befindet.

Die Summe aller partiellen Anziehungen ist somit — nach der latenten Idee — im Centrum, woraus gefolgert wird, dass die Attraction vom Mittelpunct der Sphäre ausgeht und so auf andere Körper wirkt, das heisst genau so, wie die Attraction der Atome sich gegen den Mittelpunct richtet. Sind demnach die Weltkörper sphärisch oder doch nahe sphärisch, so kann man annehmen, dass ihr Schwerpunct mit ihrem geometrischen Mittelpunct zusammenfällt, und so formulirt sich der Satz, dass die Anziehung eines Körpers vom Centrum ausgeht und auf das Centrum des andern Körpers wirkt, als wäre ihre Gesammtmasse in ihrem Mittelpunct vereint.

Dieses Gesetz spricht nun deutlich aus, dass ein Körper mit seiner ganzen Masse auf die ganze Masse des anderen Körpers einwirkt, und dass diese Einwirkung nur gegen das Centrum gerichtet sein kann. Also *Centralanziehung der Gesammtmasse!* Wir legen

mit Absicht ein grosses Gewicht auf diesen Ausdruck, da dieses Gesetz schmählicherweise von der Theorie misshandelt wird.

d) Die Centralaction ist am kräftigsten auf jene Molecule des Körpers selbst, welche seinem Mittelpunct die nächsten sind; sie wirkt allmälig schwächer und schwächer auf alle jene, die mehr und mehr vom Centrum entfernt liegen. Aus dieser Idee folgt nun auch, dass die Dichtigkeit der Materie — wenn diese nämlich geballt ist — von ihrer Oberfläche an bis zu ihrem Mittelpuncte zunimmt, stufenweise wächst, dass somit es gleich ist ob man sagt: „*die Anziehung verhält sich wie die Dichte*," oder dass die Dichte durch die Anziehung producirt ist.

Die Anziehung nimmt somit ab, wenn die Entfernung wächst, und nach Newton's Bestimmung — oder Entscheidung — ist die Abnahme dem Quadrate der Entfernung proportional.

Die Idee des Quadrates scheint hauptsächlich von dem Phänomen des Lichtes entlehnt zu sein, welches nach den beleuchteten Quadratflächen an Intensität abnimmt.

Diese sind die Fundamental-Gesetze der Attractions-Theorie und lauten collectiv genommen folgends:

Die Anziehung der materiellen Körper ist wechselseitig, und den Massen proportional, sie übt sich vom Mittelpunct auf den Mittelpunct der Sphären aus im umgekehrten Verhältnisse zu dem Quadrate der Entfernung.

Obwohl diese Gesetze von den Nachfolgern Newton's einstimmig angenommen wurden, so zeigten sich hie und da Zweifel, besonders über das Gesetz der Quadrate der Entfernungen. In der That muss der Zweifel beginnen, wenn sich in die Gesetze Zahlen einnisten; wie wir es aber sehen werden, ist eben dieses problematische Gesetz, welches eine decidirte Uebermacht vor allen andern erhält und allein hinlänglich ist, alle dem Calcul unterworfenen Fragen über die Mechanik des Himmels peremptorisch zu entscheiden.

Nach seinem vollendeten Werke kam Newton selbst in Zweifel und sorgevoll dachte er, dass durch seine Gesetze die Stabilität des Weltalls doch vielleicht nicht ganz verbürgt sein dürfte, und dass am Ende alles zusammenstürzt. Seine Nachfolger liessen sich jedoch nicht entmuthigen, denn sie rechneten es rund heraus, dass die Gesetze vom Himmel selbst als ganz richtig erkannt, angenommen und auf ewige Zeiten sanctionirt sind, dass somit durch dieselben alles da oben in die schönste Ordnung gebracht werden kann.

Wie aber hat die Theorie alle Himmelserscheinungen aus der Attraction erklärt und bewiesen? Wir werden sehen, welche Mühe sie sich gibt, auf verschiedene Arten und wiederholt zu beweisen — und es gelingt ihr ganz vorzüglich — dass die Attraction

a) nicht wechselseitig,

Digitized by Google

b) nicht den Massen proportional ist,

c) dass sie nicht vom Centrum auf das Centrum agirt, und

d) dass sie nicht nach dem Quadrate der Entfernung abnimmt.

[4.] Die Attractions-Theorie und Gesetze sind aber die Hauptgrundlagen der astronomischen Theorie, der Himmelsmechanik; und alle Phänomene des Himmels werden durch sie erklärt und bewiesen. Wir sind demnach genöthigt, uns direct an die Quelle der Erkenntniss zu halten.

Wir bemerken vorerst, dass die Theorie der allgemeinen Anziehung Principien enthält, welche eine klare und deutliche Darstellung erfordern; einige davon wollen wir bezeichnen.

1. Da die anziehende Kraft der Materie innewohnt, kann sie für die Materie selbst genommen werden: sie ist das Aequivalent der Materie, so wie diese ihr Repräsentant ist. So lange die Materie besteht behält sie auch ihre anziehende Kraft, die Existenz beider ist simultan. Ist nun die Materie oder ihre Masse permanent, so ist ihre Anziehung gleichfalls permanent; die Attraction ist demnach unablässig, constant, unabänderlich, also immer dieselbe, so lange die Materie oder ihre Masse dieselbe bleibt. In der Attraction gibt es somit keinen Stillstand, keine Intermittenz.

2. Proportional der Masse ist die Grösse der Attraction unveränderlich; jede Variation in der Anziehung setzt die Variation der Masse voraus. Hieraus folgt, dass dieselbe Masse, derselbe Körper nicht auf verschiedene Arten anziehen kann, sondern dass er nothwendigerweise auf eine und dieselbe Art seine Thätigkeit ausüben muss. Es gibt daher für einen und denselben Körper nur Eine und keine veränderliche Anziehung.

3. Die Körper wirken auf einander im Verhältniss ihrer Masse. Jeder Weltkörper zieht — nach dieser Ansicht — alle übrigen mit der Quantität seiner Kraft an und wird zugleich von allen übrigen Weltkörpern angezogen im Verhältniss ihrer Kräfte.

Es scheint uns, dass dieses Princip auf diese Art ausgedrückt nicht allgemein ist und man hinzufügen sollte, dass ein Körper von einem anderen Körper nicht mehr oder stärker angezogen werden kann, als er selbst anzieht; das heisst, eine kleine Masse kann von welch immer einer grossen Masse nicht *mehr* angezogen werden, als im Verhältniss ihrer eigenen Anziehung. Hieraus folgt, dass ein Körper, welcher auf einen andern eine schwache (geringe) oder gar keine Anziehung ausübt, von diesem nur schwach oder gar nicht angezogen werden kann, sei dessen Masse welche immer. Diese Anschauung ist mit der „*wechselseitigen Anziehung*“ im Einklange.

Wir sehen in der That z. B. auf der Erde, dass die Substanzen, welche leichter sind, als die Atmosphäre, sich der Centralaction der Erde augenscheinlich entziehen und sich, je nach ihrer Dichte, lang-

samer oder schneller von ihrer Oberfläche entfernen. Da aber die Weltkörper als solide, geballte Materie angesehen werden, so sind die Untersuchungen über Anziehung nie in diesem hier erwähnten allgemeinen Sinne gemacht worden.

4. Nach den Begriffen über die gegenseitige Anziehung muss die Action eines jeden Körpers eine der Kraft proportionelle Wirkung hervorbringen. Dieser Satz wird auf eine abentheuerliche Art ausgebeutet.

Fällt z. B. der Mond gegen die Erde, so muss die Erde ebenfalls gegen den Mond fallen im Verhältniss der gegenseitigen Anziehung. Beschreibt ein kleiner Planet in Folge der Sonnenanziehung einen Kreis, so muss die Sonne gleichfalls einen Kreis beschreiben, welcher der Anziehung des kleinen Planeten proportional ist etc.

Diese Ansicht ist wohl gegen die Gesetze der Mechanik, nach welchen die Wirkung, der Effect, die Resultante der agirenden Kräfte ist. Ziehen sich nun zwei Körper mit ungleichen Kräften an, so muss wohl die kleinere Masse der grösseren den Vorzug einräumen; das heisst, wenn von einem Fallen oder einer Bewegung, Annäherung etc. die Rede ist, so muss die kleinere Masse in die grössere fallen und nicht umgekehrt. So wird z. B. ein kleiner Magnet eine grössere Masse Eisen nicht anziehen, sondern selbst auf diese hinstürzen; in diesem Falle zieht das Eisen den Magnet an. Ist aber ein kleiner Magnet festgemacht, so wird er eine viel grössere Masse Eisen anziehen können.

Aus diesen Bemerkungen wird es ersichtlich, dass in Folge der steten Anziehung der fixen Sonne nach und nach alle Planeten auf sie fallen müssen. Um nun der unausweichlichen Catastrophe — welche durch Copernik's System, combinirt mit der Centralanziehung, bedingt ist — zu entgehen, musste man auf Mittel denken, die wir bald kennen lernen werden.

5. Die Action vom Centrum auf das Centrum zwischen Sphären gibt die Richtung der Kraft an. Ein Weltkörper kann demnach auf einen andern Weltkörper nur in der, beide Mittelpuncte verbindenden Geraden einwirken, nicht aber schief oder seitwärts: die Action kann sich nur auf das Centrum äussern, nicht aber auf andere Theile oder Puncte des Körpers. Aus der Centralaction folgt überdies; nachdem man annimmt, dass die Gesammtmasse einer Sphäre — in Bezug auf die Attraction — in ihrem Mittelpuncte vereinigt ist, so übt sich die Anziehung eines andern Körpers auf diese — in ihrer Totalität genommene Masse aus; diese Totalität als Einheit genommen wird somit durch den Mittelpunct repräsentirt. Die Anziehung kann sich demnach weder auf einzelne, abgesonderte oder specielle Theile einer Sphäre äussern, sie kann nicht auf diesen oder jenen Be-

Digitized by Google

standtheil — Stoff — des Körpers, auf diese oder jene Quantität von Moleculen, seien diese im Innern oder auf der Oberfläche der Sphäre, agiren. Einen *Theil* des Körpers anziehen heisst, den ganzen Körper anziehen und umgekehrt, ist der Mittelpunct angezogen, so ist die Totalität aller Moleculen angezogen, die die Gesammtmasse ausmacht.

6. Aus dem bisher Bemerkten folgt, dass die Totalität der Anziehung nur in dem Centrum eines Weltkörpers zu suchen ist. Wenn nun die Abnahme der Kraft thatsächlich nach dem Quadrate der Entfernung vorgeht, so folgt, dass die Anziehung auf der Oberfläche eines Weltkörpers nach dem Quadrate seines Halbmessers schon abgenommen hat, daher die seiner Oberfläche nahe liegenden Körper nicht mehr mit der Totalkraft angezogen werden. Indem nun die relativen Entfernungen der Weltkörper von Mittelpunct zu Mittelpunct genommen sind, so gilt für diese die centrale Totalaction umgekehrt nach dem Quadrate der Entfernung. Beruht nun, fragen wir abermals, dieses Gesetz auf Thatsachen, so kann, so muss es als unabänderlich betrachtet werden; ändert man es aber — wenn auch nur für einen speciellen Fall — so hört es auf ein Gesetz zu sein, und man kann über Abnahme und Zunahme der Kraft durchaus nichts mehr wissen.

Obwohl diese unsere Folgerungen aus der Theorie Newton's natürlich entfliessen, so finden sie dennoch keine Anwendung, ja sie werden gar nicht beachtet, in der Regel verläugnet.

Durch die Attractions-Theorie ist man aber zu der vollkommenen Kenntniss einer immensen Universalkraft gelangt, und die Theorie bestimmt sowohl die Art der Action als auch die Modalität derselben; sie setzt selbe in Verbindung mit bestimmten oder bestimmbaren Mengen und Grössen, mit positiven Zahlen. Wenn man nun die einzelnen Sätze der Theorie Gesetze der Attraction, Gesetze der allgemeinen Gravitation etc. nennt, so sollte man diese Gesetze gewissenhaft respectiren, selbst dann, wenn sie auch nur ausschliesslich für den Himmel gemacht wurden. Wir werden aber sehen, dass man diese Weltkraft nach Willkür schalten und walten lässt, je nachdem man nöthig hat, ein bestimmtes Rechnungsresultat herauszubringen. Dieser Umstand liefert uns den Beweis, dass, wenn es in der Natur Gesetze gibt, so ist eines dieser Gesetze an dem Phänomen „*Mensch*" deutlich wahrnehmbar; es nennt sich Inconsequenz und producirt den Widerspruch.

[5.] Unsere Studien werden uns häufig zu der Attraction zurückführen, hier können wir einstweilen einiger Umstände erwähnen, welche mit ihr in Verbindung sind.

Die gelehrte Welt ist darüber einstimmig, dass die Planeten sich gegen die Sonne richten; das heisst, wie Laplace sich aus-

drückt „*die Kraft, welche die Planeten und Cometen sollicitirt (soll wohl bedeuten in Bewegung setzt) ist gegen die Sonne gerichtet* *)" Laplace fügt hinzu: „*es ist klar, dass die Planeten und die Cometen mit jeder Revolution abwechselnd der Sonne sich nähern und sich wieder von ihr entfernen, die Natur der elliptischen (Bahn) Bewegung muss uns zu diesem Gesetze führen. Es geht hervor, dass diese Kraft dieselbe ist für alle von der Sonne gleich entfernte Planeten und Cometen, nach Art, dass für diesen Fall diese Körper mit derselben Geschwindigkeit sich gegen die Sonne stürzen würden.*"

Aus diesen Sätzen folgt, dass, wenn die Planeten und die Cometen keine Ellipsen beschreiben, sie auch der Sonne weder sich nähern noch von ihr sich entfernen während ihrer Revolution. Es folgt, dass man als apodictisch annimmt, die Anziehung ist eine bewegende Kraft, indem Planeten und Cometen gegen die Sonne stürzen. Es folgt auch, dass indem Planeten und Cometen in gleicher Entfernung, mit gleicher Geschwindigkeit gegen die Sonne stürzen, die Proportionalität der Anziehung nach den Massen gar keine Bedeutung hat. So folgt aus den Sätzen z. B., dass Jupiter mit Mercur ausgetauscht, diese zwei Planeten ihre Umlaufszeiten und Geschwindigkeit einfach einander abtreten, ohne dass auf die 1931·6 mal grössere Masse Jupiters Rücksicht zu nehmen ist.

„*Man kann die wechselseitige Gravitation der Himmelskörper, des Einen gegen den Andern betrachten als eine Eigenschaft dieses Universums*" (p. 120).

„*Das umgekehrte Verhältniss des Quadrates der Entfernung ist in Wahrheit durch die Gesetze der elliptischen Bewegung gegeben, welcher die Himmelsbewegungen nicht strenge unterworfen sind, man muss aber bedenken, dass die einfachsten Gesetze immer vorzuziehen sind, so lange uns die Beobachtungen nicht zwingen sie aufzugeben*" (p. 121).

Laplace sagt demnach ganz deutlich, dass das, was man Gesetze nennt, nichts weiter ist, als hypothetische Annahmen, welche durch die Beobachtung vernichtet werden können.

„*Die Sonnenanziehung agirt auf die Planeten und ihre Satelliten, als wären diese in einem Schwerpuncte vereinigt; eben so agirt ein Planet auf den anderen mit seinen Satelliten als ein einziger Körper*" (p. 130).

Aus dieser analytischen Bestimmung folgt, dass die Sonne weder auf die Erde noch auf deren Mond insbesondere im Einzelnen einwirkt, sondern collectiv auf beide zugleich und gleichartig, somit sind die beiden Körper jeder Veränderung in der Anziehung genau auf dieselbe Art ausgesetzt. Aus dieser Thesis — welcher

*) Mécanique céleste II. p. 111, 116, 120, 121, 135 etc.

Digitized by Google

verschiedene Theorien widersprechen, könnte man auf das schärfste folgern, dass es absolut unmöglich ist, dass der Mond auf die Erde eine Action ausübt.

„*Es geht noch hervor, dass die Schwere des Mondes gegen die Erde aus der Anziehung aller Moleculen des Planeten besteht, was einen neuen Beweis liefert von der Attraction aller Theile der Materie*“ (p. 179).

Die Erde wirkt somit mit ihrer Totalmasse auf die Totalmasse des Mondes. Etwas weiter aber liest man (Méc. céleste V. p. 365).

„*Zwei Ungleichheiten des Mondes hängen von der Erdabplattung ab. Diese zwei Ungleichheiten, welche das Resultat der Tendenz (Neigung) des Mondescentrums gegen jedes Molecul des Erdsphäroids sind, beweisen, dass die gegenseitigen Neigungen der Mittelpuncte der Weltkörper zu einander die Resultanten der wechselseitigen Anziehung aller Moleculen sind.*“

Die Thesis ist nun etwas in Nebel Gehülltes; Central- und Molecularanziehung. Action der Gesammtmasse und Abplattung! Es geht aber dennoch daraus hervor, dass, um zu dem Mittelpuncte zu gelangen, die Attraction durch alle Moleculen passiren muss, welche immer ihre relative Position zum Centrum ist; das heisst, dass trotz der Allmacht des Centrums alle Moleculen der Erde nach ihren Distanzen auf den Mond einwirken.

Alle Astronomen und Geometer sind darüber einverstanden, dass die Anziehung Bewegung erzeugt. Man kann in jedem Buche finden, dass z. B. die Sonnenanziehung noch über den Neptun hinaus, Bewegung hervorbringt. Diese durch die Attraction erzeugte Bewegung besteht nach der allgemeinen Uebereinkunft der Astronomen darin, dass der angezogene Weltkörper um den Mittelpunct des anziehenden kreisen (circuliren), also eine geschlossene Ellipse beschreiben muss. Da man consequent sein will, so müssen, im Sinne der gegenseitigen Anziehung, alle Weltkörper ohne Ausnahme um einander circuliren. Es wird in allem Ernst gelehrt, dass die Sonne in Folge der auf sie geübten Action aller Planeten und Cometen unausweichlich circuliren müsse, d. h. so viele Kreise oder Ellipsen zu beschreiben hat als Anziehungen auf sie ausgeübt werden; da aber die Sonne viel zu gross ist, als dass sie um den Mittelpunct eines jeden Planeten und Cometen kreisen könnte, so circulirt sie um ihren eigenen Mittelpunct!! Die Sonne sowie die Planeten beschreiben somit so viele Ellipsen als es Körper im Weltall gibt, deren Action auf sie noch Bewegung hervorbringt! Die Consequenz kann aber hier nicht stehen bleiben; die gegenseitige Anziehung aller Molecule desselben Körpers sowohl als aller Himmelskörper bedingt eine Universalcirculation aller Molecule *um*

einander. Lässt man die Imagination laufen, so soll es doch der Mühe werth sein.

Wir begegnen in Laplace's Schriften einer köstlichen Lehre (V. p. 355).

„Clairaut dachte, dass die Anziehung dadurch modificirt werden „müsse, dass man dem Attractions-Gesetz einen Ausdruck (terme. „ein Glied) hinzufügt, in welchem die Potenz der umgekehrten „Distanz grösser als das Quadrat ist; ein Ausdruck, der obwohl „nicht fühlbar für die Planeten, erst bei einer grösseren Nähe, wie „jene des Mondes ist, fühlbar wird."

„Dieser Schluss Clairaut's wurde von Buffon lebhaft angegriffen, der sich darauf stützte, dass die Primordial-Gesetze der Natur sich durch ihre grösste Einfachheit auszeichnen, und ihr Ausdruck nur von einem und demselben Modul abhängen, folglich nur *ein* allgemeines Glied einschliessen soll. Diese Betrachtung muss uns zweifelsohne anleiten, das Attractions-Gesetz *nur in der äussersten Noth* zu compliciren, aber die Ignoranz, in welcher wir über die Natur dieser Kraft sind, erlaubt uns nicht, mit Gewissheit uns über die Einfachheit ihres Ausdruckes auszusprechen. Sei es wie es wolle, der Metaphysiker hatte diesmal dem Geometer gegenüber Recht, der sein Unrecht einsah und die wichtige Bemerkung machte, dass die Annäherung weiter und weiter getrieben, das Gesetz der Newton'schen Anziehung sehr nahe die Bewegung der Apogées gibt. Dieses Resultat zerstreute und hob jeden Zweifel über das Attractions-Gesetz, von welchem Euler, getäuscht durch einen Rechnungsfehler, urtheilte, dass es mit den Beobachtungen Saturn's nicht übereinstimmend, ja entgegengesetzt sei etc."

Man sieht demnach, dass die Approximation hinlänglich poussirt, der Calcul endlich das erwünschte Resultat gibt, man kann aber daraus nicht klar entnehmen, wie *„unsere Ignoranz"* sich zugleich in das Wissen umwandelt?

Die *„äusserste Noth,"* das Attractions-Gesetz zu modificiren, ist alsogleich eingetreten, als Newton und nach ihm Laplace die Fluthen der Erdwässer der Attraction der Sonne und des Mondes zugeschrieben haben; in Folge dieser Annahme musste sich das Quadratgesetz in ein Würfelgesetz umwandeln.

Die Attraction ist den Massen proportional und umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen! Nun kennt man aber weder Massen noch Entfernungen, und die Attractions-Gesetze geben genaue Resultate, wenn man die Approximation — weiter treibt! Ist dies nicht ein deutlicher Beweis der Allmacht und der Untrüglichkeit der Analyse, dass sie Alles das beweist, was man — nicht weiss?

Digitized by Google

[6.] Es wird in den Büchern erzählt, dass Newton zu der grossen Entdeckung des allgemeinen Gravitationsprincips durch den Fall der Körper und durch die Rechnung gelangt ist. Er sagte nämlich: *„Es ist dieselbe Kraft, welche den Mond in seiner Bahn erhält und die Körper auf der Erdoberfläche fallen macht.“*

Diese Idee enthält nichts der Vernunft Widersprechendes, da die anziehende Kraft überall vorhanden und in Thätigkeit sein kann. Nun argumentirt aber Newton auf folgende Art:

a) Die Grösse der Bewegung, die Geschwindigkeit ist der Kraft proportional, somit gibt ein fallender Körper durch seine Geschwindigkeit die Grösse der Erdanziehung. Ist die Fallgeschwindigkeit z. B. in einer Zeitsecunde bekannt, so repräsentirt sie die Attraction der Erde, wie diese sich auf die Einheit der Masse äussert.

b) Die Erdanziehung muss auf den Mond ebenso einwirken, wie auf den fallenden Körper, somit muss der Mond nach dem umgekehrten Verhältniss des Quadrates der Entfernung gegen die Erde fallen.

Newton suchte hierauf die Coincidenz der Zahlen, konnte sie aber, wie dies erzählt wird, nicht finden, da die genauen Dimensionen der Erde in den Jahren 1665 und 1666 noch nicht bekannt waren; erst als Picard im Jahre 1669 so glücklich war, einen sehr genäherten Werth eines Meridiangrades zu erhalten, und als 1680 seine Resultate auch in London bekannt wurden, hatte Newton die Idee, seine Rechnung wieder vorzunehmen über die Quantität, mit welcher der Mond in einer Secunde gegen die Erde fällt. Diesmal stimmte die Rechnung mit dem grossen Princip Newton's vollkommen überein *„dass die Schwere im Verhältniss des Quadrates der Entfernung abnimmt.“* Man erzählt, dass die erzielte Coincidenz Newton in eine so grosse nervöse Aufregung versetzte, dass er, unvermögend den Calcul fortzuführen, die Arbeit einem seiner Freunde überliess.

Es ist möglich, dass dieser grosse Geist nervös geworden ist über die Zahlen, wir möchten aber dafür halten, dass er den Calcul aus dem Grunde bei Seite setzte, weil er dessen Unbrauchbarkeit erkannt hat. Um dem Leser über diesen so sehr wichtigen Gegenstand einige Auskunft zu geben, haben wir denselben etwas näher in das Auge zu fassen.

[7.] Die umständliche Auseinandersetzung der Fallgesetze haben wir unter die *„Elemente der Wissenschaft“* gegeben, hier wird es genügen, der auf selbe sich beziehenden Hauptideen zu erwähnen.

Das Princip einmal festgestellt, dass die Geschwindigkeiten sich wie die Kräfte verhalten, sagt Laplace *) *„Die vermehrte, die zu-*

*) Mécanique céleste I. p. 25.

gewachsene Geschwindigkeit (vitesse acquise) wächst wie die Zeit, und der Raum wächst wie das Quadrat der Zeit. Die Schwere auf der Erde ist sehr nahe dieselbe auf den grössten Höhen und in den grössten Tiefen; ihre Richtung ist senkrecht auf den Horizont; die Geschwindigkeit ist gleichförmig im horizontalen Sinne, im verticalen ist sie dieselbe, als fiele der Körper in der Verticalen."

Aus diesen Sätzen folgt sogleich, dass die Geschwindigkeit auf der Erde sich nicht wie das Quadrat der Entfernung verhält.

Arago aber sagt:*) „*Die Quantität, welche ein Körper durch die Action der Erde während einer Secunde fällt, nimmt in dem Maasse ab, in welchem man sich über die Oberfläche erhebt. Sie ist schon merkbar kleiner auf einem hohen Berg als am Meeresniveau. Die Kraft, welche die Geschwindigkeit erzeugt, ich will sagen die anziehende Kraft, welche den Moleculen der Materie inwohnt, vermindert sich somit, wenn die Entfernung zunimmt.*"

Die Mechanik aber beweist durch ihre Fallgesetze und ihre Formeln, welche beiden aus den mittelst einer Maschine gemachten Experimenten klar hervorgehen, dass „*die Fallgeschwindigkeit der ersten Secunde um so grösser ist, je weiter der Fallpunct von der Erdoberfläche entfernt ist.*"

Der Student hat somit die freie Wahl zwischen drei Widersprüchen.

„*Ein Körper fällt in Paris in einer Distanz von 1591 Meilen vom Mittelpuncte der Erde und in einer Zeitsecunde genau 4·9 Metres. Da der Mond von der Erde 95640 Meilen entfernt ist, muss er nach dem umgekehrten Verhältnisse des Quadrates der Entfernung gegen die Erde fallen, was also den Fall von 0·001352 Metres für die Secunde gibt.*" (Arago IV. p. 9.)

Man macht diese Rechnung auch umgekehrt, wie dies in den Büchern zu finden ist, auf folgende Art:

Die Krümmung des kleinen Bogens, welchen der Mond in einer Secunde beschreibt, verglichen mit der Tangente, ist die Quantität, mit welcher der Mond gegen die Erde fällt; diese kann in Metern oder in Pariser Fuss ausgedrückt sein; ist nun die Umlaufszeit des Mondes 27·321661 Tage, so ist der Secundenbogen = 0″54788, woraus folgt, dass der Mond in einer Secunde 0·0041592 Pariser Fuss gegen die Erde fällt. Da nun die Entfernung des Mondes gleich 60·16 Erdhalbmessern ist, so folgt, dass $0{\cdot}0041592 \times (60{\cdot}16)^2 = 15{\cdot}053$ Pariser Fuss: der Raum, den ein fallender Körper in einer Secunde am Aequator durchläuft. Die Coincidenz kann nicht vollkommener sein.

---

*) Astron. pop. IV. p. 8—10 (3, 4.

Ein anderer Autor gibt eine andere Rechnung. Dieser nimmt nicht wie Newton als Normalfall der ersten Secunde 4·9 Metres, sondern das Doppelte. Er raisonnirt nämlich so: *könnte der Körper, der auf die Erdoberfläche schon niedergefallen ist, noch tiefer fallen, so würde er nach der ersten Secunde die doppelte Geschwindigkeit erlangen, folglich ist diese die wahre, die echte Geschwindigkeit, welche die Erdschwere in einer Secunde hervorbringt.*" Lassen wir ihn selbst sprechen*).

„Die zugenommene Geschwindigkeit eines auf der Erdober-
„fläche fallenden Körpers nach einer Secunde ist = 9·8088 Metres.
„Es genügt daher, diese Zahl durch das Quadrat von 60 zu dividiren,
„um die Intensität der Schwerkraft zu finden, welche auf die Ein-
„heit der Masse eines Körpers einwirkt, der wie der Mond vom
„Mittelpunct der Erde 60 Erdhalbmesser entfernt ist; der Quotient
„dieser Theilung ist = 0·002724."

Für diesen gelehrten Astronomen muss somit der Mond die Gefälligkeit haben doppelt gegen die Erde zu fallen; es folgt weiter:

„Andererseits, nachdem der Umkreis der Erde 40 Millionen
„Metres ist, so ist der Umkreis der Mondesbahn 60 mal grösser;
„dividirt man die Länge dieses letzteren Umkreises durch die Zahl
„der in der Dauer der siderischen Umlaufszeit des Mondes enthal-
„tenen Secunden, so findet man, dass die Geschwindigkeit des
„Mondes 1016·7 Metres in einer Secunde ist: theilt man nun das
„Quadrat dieser Mondesgeschwindigkeit durch den Halbmesser
„seiner Bahn, so muss man das Maass jener Kraft finden, welche
„auf die Einheit der Mondesmasse einwirkt; man findet so die Zahl
„0·002706. Diese Zahl ist sehr wenig verschieden von jener, welche
„wir für die Intensität der Schwere gefunden haben und die sich auf
„einen Körper bezieht, welcher mit dem Monde in derselben Distanz
„von dem Erdmittelpuncte ist; vernachlässigt man die kleine Diffe-
„renz, welche zwischen den Zahlen 0·002724 und 0·002706 ist;
„so sieht man, dass die Kraft, welche den Mond in seiner Bahn
„erhält wohl dieselbe ist, welche den Körper auf der Erdoberfläche
„fallen macht, wenn man Rücksicht darauf nimmt, dass diese
„Kraft sich verändert nach dem Quadrat der Entfernung vom
„Centrum der Erde. Newton's Theorie erklärt übrigens ohne die
„geringste Schwierigkeit, warum die zwei Zahlen, welche wir ge-
„funden haben, nicht genau gleich sind."

Eben da es unbegreiflich ist, finden wir es überaus schön, dass die Theorie Newton's erklärt, warum man zu seiner Rechnung eine kleinere oder eine grössere Zahl genommen hat? Der gelehrte Academiker beweist uns aber noch deutlicher, dass der Mond pro-

*) Ch. Delaunay, Elém. d'Astronomie. Paris 1862. p. 562.

portional eben so schnell gegen die Erde fallen muss, als ein Stück Stein oder Blei auf ihre Oberfläche fällt; wenn demnach die Geschwindigkeit des Falles — eines Steinstückes — 10-, 100- oder 1000 mal grösser ist, so muss der Mond gleichfalls 10-, 100- oder 1000 mal schneller fallen.

Die eine der Zahlen 0·002706 ist wohl „*fast genau*" das Doppelte von 0·001352. Hätte nun der Calculator das Quadrat von 1016·7 durch den Durchmesser der Mondesbahn dividirt, so hätte er die Zahl 0·001353 erhalten. Hätte er statt 9·8088, nur 9·8 genommen und dies durch $(60{\cdot}179)^2$ dividirt, so hätte er gleichfalls die Zahl 0·002706 erhalten, hätte er endlich 9·8088 durch das Quadrat von 60·2066 dividirt, so hätte er abermals 0·002706 gefunden. Wir sehen somit, dass die Attractions-Gesetze Newton's an der Rechnungsführung ganz unschuldig sind, und dass sie sich wenig darum kümmern, ob man diese oder jene Entfernung des Mondes, diese oder jene Fallquantität des Steines calculirt.

[8.] Aus diesen Calculs lernt man vor Allem, dass eben so wie ein Stück Stein oder Blei, eine Bombe, ein welch immer grosser oder kleiner Körper, also auch der Mond, in derselben Entfernung, mit derselben Geschwindigkeit auf die Erdoberfläche fällt. Das will sagen, die Anziehung ist der Masse nicht proportional, sie ist dieselbe und sich immer gleich ohne Rücksicht auf die Quantität oder Qualität der Materie.

Man hat sich eingebildet, dass es die Attraction ist, welche die sonstigen geradlinigen Bewegungen der Weltkörper in eine kreisförmige verwandelt, und bleibt bei der unseligen Auffassung, dass die angezogenen Körper gegen die sie anziehenden fallen müssen, wodurch dann eine universale Fallsucht etablirt wird. Uns erscheint dieses unablässige Fallen des Mondes gegen die Erde als eine leere Drohung von Seite des Satelliten; würde dieser fallsüchtige Mond wirklich Ernst machen, so würde er schon längst auf die Erdoberfläche angekommen sein. Macht er den Fall von 0·001352 Metres in der Secunde, so benöthigt er 9068·0 Jahre, für einen anderen Astronomen die Hälfte dieser Zeit. So einfach aber geht die Sache nicht, denn erstens bringt die Schwere, wie dies in der Mechanik gelehrt wird, eine permanent und gleichförmig accelerirte Geschwindigkeit hervor und der Mond muss mit jeder folgenden Secunde um 0·002704 Metres mehr Raum durchfliegen; zweitens wächst die Geschwindigkeit nach Newton's Gesetze wie das Quadrat der Annäherung, und der Mond muss in der letzten Secunde seiner Reise 4·9 Metres fallen, kömmt somit schneller zum Ziele. Die grösste Zeitersparniss zeigt sich nach den Fallgesetzen; richtet sich der Mond nach diesen, so ist seine Anfangs-

Digitized by Google

geschwindigkeit in der ersten Secunde oder Tagreise schon 116·8 Metres und in der letzten Secunde 10·67 Meilen Fall.

So einfach nun auch die Rechnung über die Lunarschwere zu sein scheint, so schliesst sie dennoch eine ziemliche Quantität von Suppositionen, Hypothesen und verworrenen Begriffen in sich, deren einige Erwähnung verdienen.

Als eine unbestreitbare Wahrheit ist aufgestellt, dass der Bahnhalbmesser des Mondes zugleich seine Erdferne ist. Aus dieser evident wahren Hypothese fliesst nun auch die Bestimmung seiner Lineargeschwindigkeit, wenn seine Umlaufszeit gegeben ist. Die aus Copernik's System hervorgehenden Bahngrössen sind aber nicht durch Beobachtungen erkannt; so kann die Bahngrösse des Mondes — mit Beibehaltung seiner Distanz — welche immer sein, bekannt aber ist sie gewiss nicht.

Als Umlaufszeit des Mondes ist, ohne Umstände, die siderische als unter seinen fünf Umlaufszeiten die einzig wahre angenommen, ohne dass die Theorie das *Warum* ihrer Entscheidung erklären würde. Wenn aber zufällig seine Umlaufszeit die synodische ist, so wird — mit Beibehaltung seiner eingebildeten Bahngrösse — seine Geschwindigkeit in einer Secunde nicht 1016·7, sondern 953·25 Metres sein etc.

Rechnungsmethode und Raisonnement auf die Sonnenanziehung angewendet, hätte man folgendes Resultat.

„Die Schwere auf der Sonne ist 28·28 mal grösser als auf der Erde, folglich fallen die Körper auf der Sonnenoberfläche 138·572 Metres in der ersten Secunde, nach der ersten Secunde aber mit der doppelten Geschwindigkeit, folglich ist die Geschwindigkeit, welche die Sonnenschwere hervorbringt, 377·144 Metres in der Secunde. Es genügt nun diese Zahl durch das Quadrat von 218 zu dividiren, welche Zahl die Erdferne in Sonnenhalbmessern ist, um die Intensität der Schwerkraft zu finden, welche auf die Einheit der Masse eines Körpers einwirkt, der, wie die Erde, von der Sonne 218 Sonnenradien entfernt ist: der Quotient dieser Theilung ist = 0·005831665 — und gibt an, wie viel Metres die Erde in einer Secunde gegen die Sonne fällt. Andererseits ist die Geschwindigkeit der Erde in ihrer Bahn 7·6817 Meilen in der Secunde; theilt man nun das Quadrat dieser Erdgeschwindigkeit durch den Halbmesser ihrer Bahn, welcher 38·230496 Meilen ist, so muss man das Maass jener Kraft finden, welche auf die Einheit der Erdmasse einwirkt; man findet so die Zahl 0·0000015435. Diese Zahl ist sehr wenig verschieden von jener, welche wir für die Intensität der Schwere gefunden haben, und welche sich auf einen Körper bezieht, der mit der Erde in derselben Distanz vom Sonnenmittelpunct ist; vernachlässigt man nun die kleine Differenz, welche zwischen den

beiden Zahlen 0·005831665 und 0·0000015345 ist — die eine ist ja *nur* 3777 mal grösser als die andere — so sieht man, dass die Kraft, welche die Erde in ihrer Bahn erhält, wohl dieselbe ist, welche die Körper auf der Sonnenoberfläche fallen macht etc., übrigens erklärt die Attractions-Theorie ganz leicht, warum die zwei Zahlen nicht genau stimmen?"

Soll der Mond — nach diesen famösen Calculs — die Geschwindigkeit von 4·9 Metres Fall erreichen, so steckt er schon im Mittelpuncte der Erde, da die Entfernung der beiden Körper von Centrum zu Centrum genommen ist; will man demnach haben, dass der Mond in der letzten Fallsecunde 4·9 Metres durchlaufe, so muss man die beiden Halbmesser der Sphären sowohl, als auch diese 4·9 Metres von der angenommenen Distanz abziehen und die Sache so einrichten, dass die Oberfläche des Mondes in der letzten Secunde genau 4·9 Metres von der Erdoberfläche entfernt sei; um endlich den Calcul mit dem hervorzubringenden Phänomen vollkommen übereinstimmend zu machen, muss man die Anstalt treffen, dass der Mond in Paris, und zwar auf dem Pantheonsplatze niederfalle.

Damit der Mond, oder vielmehr sein radius vector, nach Kepler's Gesetze Flächen beschreiben könne, muss wohl sein Bahnhalbmesser seiner Erdferne gleich sein, und die Ebene seiner Bahn muss den Mittelpunct der Erde durchschneiden. So fällt der Mond unablässig gegen die Erde, welche in Bezug auf ihn als fix betrachtet werden kann, er fällt aber wieder auch nicht, indem er consequent in der invariablen Ebene seiner Bahn verbleibt; das Warum dieses contradictorischen Phönomens ist, weil die Centrifugalkraft ihn hindert, auf die Erde zu fallen. Hieraus scheint aber mit einiger Klarheit hervorzugehen, dass der Mond nicht gegen die Erde fällt, sondern im Gegentheile statt eine Neigung gegen die Erde zu beurkunden, manifestirt er eine decidirte Abneigung und thut sein Möglichstes, sich von ihr zu entfernen. Es ist somit ersichtlich, dass es die Attraction ist, welche ihn in seiner Bahn erhält, denn sonst würde er schon längst davongelaufen sein; es ist aber eben so evident, dass er durch die Centrifugalkraft in seiner Bahn erhalten wird, da er ohne die beständige Einwirkung dieser Kraft sich direct auf die Erde stürzen würde.

[9.] Was von der Erde und ihrem Monde gilt, wird auf die Sonne und die Planeten übertragen; auch diese fallen gegen die Sonne im Verhältniss ihrer Winkelgeschwindigkeit. Da nun dieser Fall mit der täglichen Bewegung in stetigem Verhältniss ist, die Raum- oder Translations-Geschwindigkeiten der Planeten aber sich verhalten müssen, wie ihre Winkelgeschwindigkeiten, so folgt aus dem Gesetze Newton's, dass die virtuelle oder eigene Ge-

schwindigkeit eines Planeten — ob nun diese bekannt ist oder nicht — sich umgekehrt verhält wie das Quadrat seiner Sonnendistanz. Wir haben aber gesehen, dass in Folge des dritten Gesetzes von Kepler die tägliche Bewegung der Planeten sich umgekehrt verhält wie die $^3/_2$ Potenz ihrer Entfernung, und dass die Geschwindigkeiten der Planeten sich verhalten wie die Cubikwurzeln ihrer Tagbogen, somit den Quadratwurzeln der Entfernungen umgekehrt proportional sind: wir können demnach sagen, dass dieses hieher bezügliche Gesetz Newton's mit jenem Kepler's nicht übereinstimmt.

Stellt man sich vor, dass die Geschwindigkeit der Planeten das Werk der Sonnenanziehung ist, oder dass die Geschwindigkeiten der Planeten im Verhältniss der Sonnenattraction sind — was in der That von den Gelehrten allgemein angenommen ist und durch den Satz bewiesen wird: *„Je näher ein Planet der Sonne, desto grösser seine Geschwindigkeit"* — so muss dieses Verhältniss sich folgends ausdrücken lassen.

Nach Copernik's System und Kepler's Gesetze verhalten sich die Geschwindigkeiten der Planeten umgekehrt wie die Quadratwurzeln der Entfernungen, nach Newton's Gesetz ist die Attraction umgekehrt wie das Quadrat der Entfernung. Da nun die Wurzeln der Zahlen sich wie ihre Potenzen verhalten, so folgt, dass die Geschwindigkeiten sich direct verhalten wie die Anziehungen. Es folgt aber auch, dass die Anziehungen sich verhalten wie die vierten Wurzeln der Geschwindigkeiten, oder was dasselbe ist, die Geschwindigkeiten sind wie die Biquadrate der Anziehung.

Bringt nun die Sonnenanziehung, auf irgend einen Weltkörper einwirkend, die Geschwindigkeit 1 hervor, so ist im ersten Fall die Sonnenattraction auf Neptun 1·4 und auf Mercur 12·3, und die Anziehungen auf diese zwei Planeten sind wie 1 zu 8. Im zweiten Falle ist die Attraction auf Neptun $(1{\cdot}4016)^4 = 3{\cdot}86$ und auf Mercur $(12{\cdot}3476)^4 = 23245$. Das Verhältniss zwischen den beiden ist das bekannte Verhältniss zwischen den Quadraten der Entfernungen.

Vergleicht man diese beiden Gesetze z. B. in Bezug auf den Mond, so wird man wohl finden, dass zwischen dem Quadrate und der Quadratwurzel ein notabler Unterschied ist, und dass man statt $60^2 = 3600$, die Quadratwurzel von $60 = 7{\cdot}746$ gesetzt, zu dem Rapport 1 und 464·76 gelangt. Nach Kepler's Gesetz würde demnach der Mond 4·9 : 7·746, oder wenn man will, 9·8088 : 7·746 in der Secunde gegen die Erde fallen.

Die Annahme, dass die 4·9 Metres oder 9·8088 Metres Fall die Normalgeschwindigkeit ist, welche die gesammte Centralanziehung der Erde hervorbringt, entbehrt jedwedes wissenschaftlichen

Grundes, sie ist nicht einmal eine Idee, sie ist nur ein Einfall. Die Fallgeschwindigkeit ändert sich mit jeder Falldistanz — Fallhöhe genannt —; gehen wir nicht weiter als bis zur Grenze der Atmosphäre, welche nach einigen Physikern auf 25 Meilen sich erstreckt, so haben wir schon für die erste Fallsecunde eine Geschwindigkeit von 221·46 Metres. Zwischen dieser Geschwindigkeit und jener unmittelbar nahen an der Erdoberfläche hat man demnach schon einen Spielraum von 1- bis 45fach.

Welche Idee macht man sich aber durch diese Annahme von der anziehenden Kraft der enormen Erdmasse? Man stellt eine Quantität von Kraft auf, welche durch jene eines Kindes übertroffen ist, das einen Stein mit grösserer Geschwindigkeit von sich schleudert oder an sich reisst. Einige Körner Schiesspulver entwickeln mehr Kraft, und vergleichen wir die fast instantane Geschwindigkeit, mit welcher ein Magnet — im letzten Stadium oder Moment — das Eisen anzieht, so müssen wir sagen, dass im Vergleiche der Fall von 4·9 Metres in der Secunde ein wahrer Schneckengang ist.

Es muss wohl einem jeden Denkenden klar werden, dass die Erde den fallenden Körper nicht mit ihrer Gesammtkraft anziehen könne, dass sie nicht — wie dies die Gelehrten sich einbilden — mit ihrer Totalmasse auf den fallenden Stein einwirkt, und dass die Begriffe über ihre Attraction durch ein tieferes Studium ihrer Correction harren. Wollten wir z. B. bemerken, dass die Körper auf der gesammten Erdoberfläche überall fallen, also an allen Puncten der Erde zu derselben Zeit fallen können, daher auch überall angezogen werden, und nehmen wir an, dass jede partielle Anziehung durch die Geschwindigkeit von 4·9 Metres repräsentirt ist, so haben wir die Summe aller partiellen Anziehungen und Geschwindigkeiten durch die Summe der Puncte gegeben, welche die Erdoberfläche enthält.

Die zweite Annahme, dass der fallende Körper die Einheit der Masse vorstellt, auf welche die Totalanziehung der Erde einwirkt, ist ein zweiter Einfall. Nach dieser Anschauung ist jedes Stück Stein eben so gut die Einheit der Masse als der Mond selbst; in der That macht die Theorie zwischen ihnen keinen Unterschied. Wozu aber, fragen wir, die Proportionalität der Anziehung mit der Masse? Wie und wo muss man diese suchen? Fällt aber die Proportionalität zwischen Anziehung und Masse weg, so fällt auch die gegenseitige Anziehung weg. In den citirten Rechnungen z. B. wird keine Rücksicht darauf genommen, dass der Mond, *seiner* Masse proportional — $^1/_{88}$ der Erdmasse — seinen Planeten anzieht, da doch nach verschiedenen Theorien der Mond einen beträchtlichen Einfluss auf die Erde ausübt. Ziehen sich nun die

Körper ihren Massen proportional an, so ist es natürlich, dass die Summe ihrer anziehenden Kräfte die Resultante sein müsse: die Calculs sind somit einseitig, und sie haben entweder den Fall des Mondes mit seiner eigenen Anziehung zu vergrössern, oder man muss aufstellen, dass die Erde ihrerseits *separat* gegen den Mond fällt. Wir werden sehen, dass diese letztere Ansicht bei den Gelehrten Eingang gefunden hat; die Thesis in ihrer Strenge genommen, fällt die Erde gegen den Körper, der auf ihre Oberfläche fällt, proportional der Masse dieses Körpers.

[10.] Es war keine glückliche Idee, die allgemeine Gravitation mit dem Falle der Körper in eine numerische Verbindung zu bringen, indem dieses oberflächlich gekannte und nie ernstlich studierte Phänomen allein hinlangt, die Attractionstheorie und Gesetze gänzlich umzuwerfen. Dass

1. die Anziehung — der Erde z. B. — den Massen nicht proportional ist, beweiset der Umstand, dass alle Körper, welche immer ihre Masse oder Dichte ist, mit derselben Geschwindigkeit auf die Erdoberfläche fallen.

Nach einem bekannten Experimente fallen im luftleeren Raume Metalle, Holz, Papier, Stroh, Federn etc. mit gleicher Schnelligkeit. Die Anziehung erkennt somit keinen Unterschied zwischen Masse und Dichte der Körper.

2. Aus diesem Umstande folgt aber unmittelbar, dass die Anziehung nicht wechselseitig ist. Würde die Anziehung mutuell und nach den Massen sein, so müssten nothwendigerweise jene Körper schneller fallen, deren Dichte oder Masse grösser ist, da die gegenseitige Attraction die Kraft vermehrt, welche nach der eingeführten Ansicht die Bewegung hervorbringt.

3. Geht die Anziehung nicht vom Mittelpuncte der Sphäre aus, so ist sie nicht im Centrum concentrirt, es wirkt somit nicht die Totalität der Attraction auf den fallenden Körper.

Aus den Beobachtungen geht es hervor, dass auf den verschiedenen Puncten der Erdoberfläche die Körper mit einer verschiedenen Geschwindigkeit fallen; das Minimum der Fallgeschwindigkeit am Aequator nimmt graduell zu und erreicht ihr Maximum an den Polen. Würde nun die Erdanziehung mit ihrer Gesammtkraft im Centrum vereinigt, auf die Körper einwirken, so müssten diese unausweichlich überall mit derselben Schnelligkeit fallen.

4. Dass die Geschwindigkeit des Falles nicht mit dem Quadrate der Entfernung abnimmt, geht aus dem Phänomen selbst klar hervor, ja es beweist das Gegentheil; die Körper fallen mit um so grösserer Geschwindigkeit, als ihr Fallpunct von der Erdoberfläche entfernter liegt. Diese Geschwindigkeit wächst — wie

wir dies bei den Elementen bemerkt haben — wie das Quadrat der Fallzeit. Nehmen wir als Beispiel die Fallhöhe von 25 Meilen oder 100,000 Metres, so ist diese Distanz beiläufig der 64. Theil des Erdhalbmessers. In der Entfernung von 1·015625 soll nun, nach dem Quadratgesetze Newton's, der Körper um so langsamer fallen, als das Quadrat seiner Entfernung zunimmt; nach unserem Beispiele soll demnach der Körper in der Entfernung von 25 Meilen 1·0315mal weniger Raum in einer Secunde durchlaufen als an der Erdoberfläche, also anstatt 4·9 Metres nur 4·75; wir haben bereits erwähnt, dass die Anfangsgeschwindigkeit des Körpers in der ersten Secunde 221·46 Metres ist.

In Folge unserer Studien werden wir sehen, wie die Theorie die Gesetze Newton's anwendet und beweiset, wir werden aber kein Phänomen finden, welches ihre Richtigkeit anerkennt: das heisst, die Beobachtungen können die Spur der Attractionsgesetze nicht auffinden.

[11.] Was die drei Männer, Copernik, Kepler und Newton, aufgestellt haben, wird von den heutigen Astronomen unter dem Collectivnamen „*Copernik's System*“ verstanden, und sie meinen, dass diese drei, an sich distincte Dogmen, System und Gesetze consequent eines aus dem andern fliessen, sich gegenseitig ergänzen, um so ein harmonisches Ganzes zu bilden.

Dass keines dieser drei Dinge aus den Beobachtungen hervorging, keines auf anerkannten oder auch nur wahrnehmbaren Thatsachen beruht, dass endlich keines von ihnen durch die beobachtbaren Erscheinungen constatirt oder bewahrheitet werden kann, sondern dass alle Drei Geschöpfe der Imagination sind, muss wohl Jedem klar werden, der sich überhaupt mit dem Studium der Natur, und insbesondere mit jenem der Himmelsphänomene befasst; in dieser Beziehung kann man sie somit als gleichartig, als zusammengehörig betrachten.

Der Capitalsatz aber des Systems von Copernik, wir möchten sagen das Satzungeheuer, aus welchem dann die übrigen grossen und kleinen Ungeheuer wie Polypen hervorwachsen, haben die Geometer und Astronomen zu keiner Zeit gewagt, näher zu betrachten: dieses Unding nennt sich

die „*Circulation um das Centrum.*“

Wie wäre es auch möglich, sich eine andere Circulation vorzustellen, nachdem man weiss, wie auf dem ebenen Papier mit dem Zirkel ein Kreis beschrieben wird? So wie dieser Zirkel bei seiner gleichen Oeffnung in alle Ewigkeit sich auf einem seiner Schenkel herumdrehen kann und immer denselben Kreis *um* den Mittelpunct beschreibt, so muss ein Planet um den Mittelpunct der

Digitized by Google

fixen Sonne kreisen. Der Halbmesser des Planetenkreises ist die Zirkelöffnung, dessen Ebene das Papier und er bleibt sich stets gleich und unabänderlich in demselben Raum! So kömmt der Planet nach und nach in alle die Puncte wieder zurück, in welchen er sich früher befand, so wird sein Kreis zu einer invariablen Bahn, welche wie eine römische Heerstrasse, oder nach den neueren Erfahrungen, wie eine wirkliche Schienenbahn ist, auf welcher der Planet hinrollt.

Kepler's Ellipse ändert an dem Satzungeheuer nichts, die Ellipse ist eben so eine in sich rückkehrende, geschlossene Curve wie der Kreis, sie liegt gleichfalls auf dem Papier und der radius vector beschreibt seine Flächen. Kepler's drittes Gesetz hat weder mit der Bewegung noch mit der Bahngrösse etwas zu thun.

Kepler und Newton haben die Circulation *um* den Sonnenmittelpunct nicht in Zweifel ziehen können, nachdem aber letzterer diesen Mittelpunct mit einer mächtigen anziehenden Kraft versehen hat, so musste er mit Entsetzen sehen, dass die Planeten ohne Gnade in die Sonne stürzen müssen, und dennoch fiel es ihm nicht ein zu sagen, dass *„mit einer fixen Sonne kein System denkbar ist!“* Newton hat somit nicht bewiesen, *warum* die Planeten so circuliren, wie dies Copernik geglaubt hat, denn wenn sie nicht *so* circuliren können, so gibt es auch kein *Warum*.

Die Nachfolger Newton's sind es, die sich daran machten, das Unmögliche zu beweisen, und wir werden sehen, mit welch gutem Glück sie eine artige Sammlung von bodenlosen Hypothesen und naturwidrigen Begriffen gemacht haben.

So lange die Sonne fix ist, bleibt wohl nichts übrig, als dass man sich an die Einbildung hält, denn die Himmelsphänomene sind unbegreiflich; wie die Bewegung im Raume vorgeht, davon hat man keine Idee.

Nun zeigt sich aber, dass das Centrum sich bewegt, man findet, dass die Sonne ziemlich rasch im Raume vorwärts geht, und da sie noch eine grosse Scheibe hat und noch kein Fixstern für die Erde geworden ist, so scheint es wahrscheinlich zu sein, dass die Erde ihr nachfolgt, oder dass die Sonne ihr System mit sich führt. Bewegt sich aber das Centrum, so gibt es keine geschlossene Curve mehr, keine Bahn, also auch kein Bahnebene, welche an derselben Stelle des Raumes bleibt; die Circulation ist wohl noch da, sie ist aber nicht *um* den Sonnenmittelpunct, und der Halbmesser der Revolutivcurve ist nicht mehr die Sonnenferne.

Die heutigen Astronomen aber haben die geschlossene Ellipse als eine allgemeine Bahn der Himmelskörper, als die einzig mögliche und allein wahre für sich vorbehalten, ohne sich um den

Himmel zu kümmern, die Sonne ist für sie in Bezug auf ihr System noch immer fix; die halben grossen Axen der Bahnen noch stets die Sonnenfernen etc., mit einem Wort, das System von Copernik ist über alle Maassen vollkommen.

Warum die heutigen Astronomen sich entschieden haben, die Sonnenbewegung zu ignoriren, warum sie sich gegen die Natur erklären? wird in der Folge klar werden, und wir haben nur zu erkennen, dass die alleinige Ursache darin liegt, dass sie weder studieren noch denken wollen.

Digitized by Google

DAS SYSTEM UND DIE THEORIE.

DIE HAUPTPHÄNOMENE DER BEWEGUNG.

[1.] Indem er an der Bewegung der Erde theilnimmt, diese mitmacht, besitzt der Mensch keine directen Mittel, den Gang seines Planeten zu beobachten; er ist demnach gehalten, die Andeutungen derselben durch andere Himmelserscheinungen — welche sich ihm deutlicher zeigen — zu suchen. Er muss somit aus der Beobachtung der übrigen Weltkörper und deren scheinbaren Bewegung den wahrscheinlichen Gang der Erde vielmehr errathen, als wirklich ableiten.

Da nun im Weltall nichts in absoluter Ruhe ist, somit alle Weltkörper in einer ununterbrochenen, ewigen Bewegung sind, wird die Schwierigkeit der Forschungen einleuchtend. Glücklicherweise zeigt sich die eigene Bewegung der Sterne — in Folge ihrer grossen Entfernung — in so kleinen Dimensionen, von solcher Langsamkeit — ihre bezüglichen Stellungen zu einander bleiben fast unverändert — dass man für eine ziemlich lange Zeitperiode ihre Ortsveränderung nicht in Anschlag zu bringen hat. Aus dieser Ursache dienen sie als Richtpuncte zur Beobachtung jener Himmelskörper, auch Wandelsterne genannt, deren Bewegung vergleichsweise eine schnelle genannt werden kann.

Die Macht, welche das Scheinbare auf den Menschen ausübt, ist im allgemeinen gross, ja sie ist unbegrenzt; um sich ihrem Einflusse zu entziehen, benöthigt er mehr als eine gewöhnliche Geisteskraft. Was die Wirklichkeit des Himmelsmechanismus betrifft, so ist die Kenntniss desselben so zu sagen unerreichbar, er bleibt unbegreiflich, was jedoch den Menschen nicht hindern, nicht abhalten soll, dass er sich von den Erscheinungen des Himmels Ideen formulirt, dass er aus seinen Beobachtungen Schlüsse zieht.

Bevor wir unseren Gegenstand näher betrachten, erwähnen wir mit wenigen Worten jener Beobachtungen der Phänomene, welche zu dem gegenwärtigen Zustand der Kenntnisse über die Erdbewegung führen mussten, zu gleicher Zeit werden wir den verschiedenen Ideen und Schlüssen, welche letztere mehr aus den Ideen als aus der Beobachtung selbst gezogen wurden, begegnen; wir werden theilweise die für den astronomischen Unterricht angenommene Methode kennen lernen.

[2.] Die Beobachtung fängt mit der täglichen Bewegung der Himmelssphäre an, ein immenses für Jedermann wahrnehmbares Phänomen. Bemerken wir vorerst, dass die von den ältesten Zeiten an bis zu unseren Tagen gemachten Beobachtungen, so zu sagen auf einen kleinen Raum der Erdoberfläche sich beziehen, das heisst, die grösste Anzahl der Beobachtungen wurde an geographischen Positionen gemacht, an welchen die Phänomene stark von der Perspective afficirt sind; die Folge davon ist, dass, wenn man die Astronomie nach den an einem bestimmten Ort gemachten Beobachtungen vorträgt und lehrt, so wie dies in der That der Fall ist, so hat man die Wissenschaft localisirt und durch die Methode so viele Astronomien geschaffen, als es Länder oder Städte gibt, in welchen sich ein Observatorium befindet.

Die scheinbare Bewegung der Sterne, insgesammt oder theilweise beobachtet, muss uns die ersten Begriffe über die Erdbewegung geben; man muss demnach — so erheischt es die angenommene Methode — vor Allem erlernen, dass es Sterne gibt, welche auf und untergehen, dass die Dauer ihrer Sichtbarkeit zwischen Zero und 24 Stunden ist; dass es Sterne gibt, die nicht aufgehen, folglich unsichtbar bleiben; dass es endlich Sterne gibt, welche nie untergehen und somit beständig sichtbar bleiben.

Die Sterne gehen regelmässig durch den Meridian, Tag für Tag; die Dauer zweier aufeinander folgenden Durchgänge desselben Sternes ist unverkennbar immer dieselbe; die von den Sternen beschriebenen Bogen sind der Zeit beständig proportional etc.; die Beobachtungen zusammengenommen, werden Gesetze der täglichen Himmelsbewegung genannt. Das Endresultat ist, dass diese Phänomene, eben so viele Gesetze, durch die Achsendrehung der Erde hervorgebracht werden, die einzige unveränderliche Bewegung, welche die Astronomie kennt.

Darauf folgt die Beobachtung der Sonne; doppelte Bewegung der Sonne um die Erde; ihre Bewegung auf der Himmelssphäre; ihre Bewegung im Raume etc., alles dies macht zusammen „die Gesetze der Sonnenbewegung."

„Die Sonne versetzt sich zwischen den Sternen" und die Theorie drückt sich darüber folgends aus.

„Es ist nach diesem unmöglich die Sonne so zu betrachten, „als würde sie fix zwischen den Sternen sein, und dass sie nur in „Folge der täglichen Bewegung der Himmelssphäre sich täglich be„wegt; der immerwährende Ortwechsel dieses Gestirns durch die „Constellationen ist in Evidenz gesetzt durch die Umstände, welche „wir angezeigt haben, selbst wenn sie nicht hindern würde die Sterne „zu sehen, welche sich in ihrer Nachbarschaft befinden, und dass „man sie so sehen würde, wie sie in Bezug auf die Sterne nach und

Digitized by Google

„nach verschiedene Stellungen einnimmt. Man muss demnach die „Sonne als durch zwei Bewegungen animirt betrachten; sie bewegt „sich zwischen den Sternen auf der Himmelssphäre, zu gleicher „Zeit ist sie fortgerissen von dieser Sphäre in ihrer Rotation *um* „die Weltaxe. Eine Fliege, welche auf der Oberfläche einer Kugel „geht, während man die Kugel um einen Diameter herumdrehen „lässt, kann eine nette Idee von dieser Doppelbewegung der Sonne „geben" *).

Wir haben diese Stelle citirt, um den Leser mit einem Muster der Klarheit im Vortrage bekannt zu machen.

Auch Arago benützt das Bild der Fliege in seiner populären Astronomie, aber er bezeichnet die Kugel als die Himmelssphäre und lässt die Fliege, den Beobachtungen gemäss, in entgegengesetzter Richtung der Kugelbewegung gehen.

Sonne und Fliege! Nun gut, man kann den einen Punct für den andern setzen, aber die Sonne bewegt sich so auf der Oberfläche der Himmelskugel und die Fliege kann die Crystallsphäre nicht durchbrechen; nachdem aber die gütige Natur dieses interessante Insect mit Flügeln versehen hat, so hatte man Unrecht dasselbe zu Fuss gehen zu lassen, die Sonne fliegt ja auch nur in der Luft, in der Mitte der Hohlkugel herum!

Wir bemerken, dass diese Art Metapher ganz wohl geeignet ist, die Begriffe zu verwirren, nie aber etwas beitragen kann, die grossartigen Himmelserscheinungen gehörig aufzufassen. Ferner wird gesagt: „wenn man die gerade Aufsteigung und Abweichung „der Sonne in dem Augenblick als sie durch den Meridian geht, „Tag für Tag auf ein Blatt Papier oder auf einen papierenen Glo„bus aufzeichnet, oder aber ihren Weg berechnet, muss man sich „überzeugen, dass sie in 365·25 Tagen auf der Himmelssphäre „einen wirklichen grossen Kreis beschreibt. Dieser grosse Kreis „wird Ecliptik genannt und ihre Ebene bildet mit der Ebene des „Aequators einen Winkel von $23^0\,28'$, was die Schiefe der Ecliptik „ist etc." Dann folgt die Erklärung der Nachtgleichen, der Sonnenwenden, der Jahreszeiten, der Tage und der Nächte verschiedener Dauer und endlich des Kalenders.

[3.] Die Himmelskarten und Globen, eine Art Topographie des Himmels, dienen einzig und allein um die scheinbaren und relativen Stellungen der Sterne unter sich darzustellen: sie zeigen uns die Vertheilung und Anordnung der Constellationen und überhaupt das Firmament, wie dieses von der Erde aus gesehen erscheint; wollte man von ihnen etwas anderes erwarten, so würde man sich in das Unbekannte verirren.

*) M. Delaunay: Elém. d'Astron. Paris 1860, p. 225.

Der Erdglobus ist ein treues Bild dieses Planeten, denn hier handelt es sich vorzugsweise um die Oberfläche der Sphäre. und welch immer die Grösse eines solchen Globus ist, so bleibt sie immer in einer numerisch angebbaren Proportion mit der Grösse der Erde; während eine papierene Himmelskugel ein barer Unsinn ist, indem das Unendliche sich nicht reducirt und in allen seinen — idealen Theilen stets unendlich bleibt.

Stellen wir uns z. B. vor, dass von ihrem Mittelpuncte — dem Ort der Erde — angefangen man, um eine Himmelskugel zu construiren, der Sonnenferne den Werth eines Millimetres gibt. Der Durchmesser von einigen 60 Millimetres für eine Kugel, welche das bekannte Sonnensystem einschliesst, wird sicherlich Niemanden ihrer Grösse wegen überraschen; will man aber jenem Fixstern, welcher für den der Erde nächsten gehalten wird, Raum geben, so wächst der Durchmesser der Kugel alsogleich auf 1200 Metres heran; will man so nach und nach die Sterne 2., 3., 4. etc. Grösse aufnehmen, so wird der papierene Globus alsbald die Dimensionen der Erde übertreffen und so sich mit den folgenden Sternweiten in das Unendliche ausdehnen.

Im allgemeinen, die Himmelskarten und Globen repräsentiren die Sterne mit ihren Constellationen wie sie uns auf einer Hohlkugelfläche projicirt erscheinen; die bezeichneten Entfernungen sind Winkelabstände, denn die Astronomie selbst kann die verschiedenen Richtungen im Raume nicht in Anschlag nehmen. Nachdem aber der gestirnte Himmel weder eine Ebene, noch eine Kugeloberfläche ist, so sind die reellen Stellungen und Orte, so wie auch die relativen Entfernungen der Sterne unter sich, nicht zu erkennen. Die 6 oder 7 Sterne z. B., welche den grossen Bären vorstellen, erscheinen uns in derselben Ebene des Firmaments, sie sind gleichartig auf die scheinbare Sphäre projicirt, und dennoch kann jeder dieser Sterne einer andern Ebene, oder wie die Alten sich den Himmel aus vielen in einander geschachtelten Sphären zusammengesetzt betrachteten, einer andern Sphäre oder concentrischen Kugeloberfläche angehören, welche wieder in ungeheuren Entfernungen von einander sind und unabhängig von den scheinbaren Winkelabständen sein können.

Frägt nun der Lehrling „wo ist denn eigentlich die fixe Sonne auf dieser papierenen oder reellen Himmelskugel zu finden?“ Wie und was wird der Meister antworten? Wird er sagen, dass die Sonne nicht fix ist, sondern in der Ecliptik — welche auf der Kugel ganz gut verzeichnet ist — sich um die Kugel herum bewegt, und dass ihre Position während ihrer Umlaufszeit für jeden Tag genau angegeben ist, dass sie zweimal im Jahre den Aequator durchschneidet etc., oder wird er sagen, dass die Sonne inwendig im Mit-

Digitized by Google

telpunct der Kugel festsitzt, welcher Mittelpunct zugleich der Brennpunct ist aller Ellipsen, Parabeln und Hyperbeln, in welchen Planeten, Monde und Cometen um die Sonne sich bewegen, dass somit die Bewegung der Sonne nur ein Schein ist etc.?

Es ist wahrscheinlich dass der Meister, um ja nicht zu fehlen, Beides sagt. Kehren wir indessen zurück zur Argumentation der Theorie.

[4.] „Nachdem die Sonne mit veränderlicher Geschwindigkeit „sich bewegt, deren Maximum im Winter ist, und da ihr Durch„messer — ebenfalls veränderlich — sein Maximum gleichfalls im „Winter erreicht, so folgt, dass die Sonne sich von der Erde in „veränderlichen Entfernungen befindet, und dass das Minimum „ihrer Distanz dito im Winter ist. Der wahrhaftige grosse Kreis, „den die Sonne beschreibt, ist kein wirklicher Kreis, sondern eine „wirkliche Ellipse.“ .

Es wird ferner gelehrt, „dass der grosse Kreis der Ecliptik „nichts anderes ist, als die Intersection der Sonnenbahnebene mit „der Himmelssphäre, deren Mittelpunct die Erde einnimmt.“ (Delaunay Ast. p. 279), es wird hinzugefügt: „Kepler hat erkannt, dass „die Sonne eine Ellipse beschreibt, deren einen Brennpunct die „Erde occupirt.“

Hört man diese Thesis — unvorbereitet wie man ist — so ist man von dem unerwarteten plötzlichen Uebergang wie betäubt. Dies ist kein aus den Beobachtungen gezogener Schluss, er ist durch kein scheinbares oder wirkliches Phänomen gerechtfertigt; man findet in ihm nur eine Idee, welche da niederschlägt wie der Donner beim heiteren Himmel. „Weil die Sonne auf dem Firmament einen Kreis oder Ellipse zu beschreiben scheint, muss die Erde den Mittelpunct des Kreises oder den Brennpunct der Ellipse einnehmen!“ Die Sonne muss mit einem Worte „um die Erde“ kreisen.

Diese ist nun die Fundamentalidee, auf welcher sich das prachtvolle Gerüst erhebt, „die Theorie der Erdbahn.“ Man musste zuerst die scheinbare Bewegung der Sonne verwirklichen, um daraus jene der Erde abzuleiten. Der Weg ist etwas lang, ja man muss gestehen, ermüdend; bis man zur höchsten Entscheidung gelangt, muss der Student eine historische Erzählung anhören, sich einer wahren Tortur unterwerfen, wie man durch die excentrischen Kreise, Epicykeln und Deferenten zur Erklärung der Sonnenbewegung gelangt ist; endlich aber lernt er zu seiner grossen Befriedigung, dass alles das, was er bisher gelernt hat, gar nichts werth ist, denn Alles war nur ein Schein, die Wirklichkeit aber ist, dass die Erde sich um den Mittelpunct der Sonne bewegt in einer geschlossenen Ellipse, in deren einem Brennpunct die Sonne ist, deren Mittelpunct somit von der Ebene der Ellipse durchgeschnitten wird.

Laplace sagt: „Man sah (im II. Capitel des ersten Buches), „dass die scheinbare Bahn der Sonne eine Ellipse ist, deren ein „Brennpunct vom Centrum der Erde eingenommen ist; da aber „die Sonne in der Wirklichkeit unbeweglich ist, muss man sie in „den Brennpunct der Ellipse setzen und die Erde auf ihren Um-„kreis. Die Bewegung der Sonne bleibt dieselbe, und um die von „dem Mittelpuncte der Sonne aus gesehene Stellung der Erde zu „haben, ist es hinlänglich, die Lage dieses Gestirnes mit zwei „rechten Winkeln zu vergrössern." (Système du Monde p. 115.)

Dies ist nun, was man „Uebergang vom Scheinbaren auf das Wirkliche" nennt. Hätte man sich nicht so viele Mühe gegeben, sich einzubilden, dass die Sonne um den Mittelpunct der fixen Erde kreiset, so könnte die Erde nicht um den Mittelpunct der fixen Sonne sich bewegen!

Welche nun immer die Bequemlichkeit des Ueberganges ist, so bleibt doch auch dieser Uebergang ein scheinbarer, denn um die Rollen zwischen Sonne und Erde auszuwechseln, hätte man einige Vorsichtsmassregeln ergreifen sollen. 1. Die Erde kann nicht in derselben Ellipse vorwärts gehen, in welcher sich die Sonne bewegt; ein unangenehmes Begegnen würde ihrer Excursion bald ein Ende machen; sie muss sich daher eine andere Ecliptik suchen, welche von der grossen so weit entfernt ist, als die Sonne von ihr; dabei aber muss die Ebene dieser neuen Ellipse in die Ebene der alten fallen; die Himmelsecliptik ist so gross, die Sterne so weit! 2. Setzt man die Sonne in denselben Brennpunct, welchen früher die Erde occupirt hat, so setzt man sich der Gefahr aus, dass die grösste Geschwindigkeit der Sonne im Sommer eintritt, und somit der ganze Kalender umgeworfen wird: es wird somit gerathen sein, die Sonne in den andern Brennpunct zu setzen. 3. Nachdem man bei einem so wichtigen Arrangement logisch zu Werke gehen muss, lässt man die Erde im conträren Sinne laufen, entgegengesetzt dem Laufe der Sonne. In der That, durch die tägliche Bewegung gehen die Sterne der Rotation entgegen; wenn demnach ihre Bewegung retrograd ist, die Rotation aber direct vorgeht, so muss die Sonne — eben so fix wie die Sterne — in der Ecliptik retrograd sich bewegen: da sie aber als direct sich zu bewegen scheint, so muss die Erde rückwärts gehen. Ohne diese Vorkehrung kann sich das bewusste Phänomen der Sonnenbewegung nicht produciren. Auf diese Art ist für den Augenblick Alles geregelt und der Uebergang ist — vorwurfsfrei.

[5.] Die ursprüngliche Fundamentalidee ist demnach, dass die Sonne scheinbar um die Erde kreiset; die transformirte oder vielmehr permutirte Idee ist, dass in der Wirklichkeit die Erde sich um die fixe Sonne bewegt. Setzen wir nun voraus, dass man von

Digitized by Google

Wissenschaft spricht, so wird es unerlässlich, durch die Beobachtung zu beweisen, dass die Sonne „scheinbar um die Erde sich bewegt;“ denn ist dies nur eine grundlose Voraussetzung, so folgt, dass der Uebergang auf die Realität gleichfalls grundlos, somit ohne Werth ist.

Nach den Begriffen der Alten ist die im Centrum des Universums fixe Erde zugleich das Centrum aller jener Kreise, welche die Weltkörper beschreiben; nach den Begriffen der Neuen fügt sich hinzu, dass die Ebenen aller Kreise den Mittelpunct der Erde durchschneiden. Nun schliesst man nach der Analogie, dass alle Weltkörper um die Erde kreisen; da aber dies nur scheinbar ist, so ist es in der Wirklichkeit die Erde, welche um einen jeden Weltkörper besonders kreiset, und dass alle diese Körper den Mittelpunct ihrer Bahn einnehmen.

Eben so beschreibt die Sonne — immer um die Erde — einen grossen Kreis in 24 Stunden, dessen Ebene den Erdmittelpunct durchschneidet; dies ist aber nur scheinbar, denn in der Wirklichkeit beschreibt die Erde um die Sonne einen grossen Kreis in 24 Stunden, dessen Ebene das Sonnencentrum durchschneidet.

Wohlan: kann diese Art des Räsonnirens nicht immer und überall dienen? Geht man aber auf diese Art vom Scheinbaren auf das Reelle über, so opfert man der Fantasie zu Liebe die Vernunft auf.

Die primitive Idee ist das System des Ptolomäus, die permutirte ist jenes des Copernik, die Grundlage der heutigen Theorie.

Es wird im Allgemeinen angenommen, dass alle scheinbaren Bewegungen der Sonne die wirklichen Bewegungen der Erde sind. Ist nun die Sonne fix, so ist est selbstverständlich, dass alle Phänomene ihrer scheinbaren Bewegung durch jene der Erde hervorgebracht sind. Dieser Umstand berechtigt aber keineswegs zu dem Schlusse, dass das, was für die Sonne scheinbar ist, für die Erde als eine Realität zu gelten hat.

Bewegt sich die Sonne, so ist ihre wahre Bewegung mit der scheinbaren vermengt; die Bewegung der Erde hängt aber auch von der Sonnenbewegung ab, woraus folgt, dass sie sich gegenseitig angeben müssen, soll es möglich werden, das Scheinbare vom Reellen zu unterscheiden.

Der bedeutende Unterschied zwischen der scheinbaren Sonnen- und reellen Erdbewegung besteht darin, dass die erstere eine ebene Projection auf die Himmelssphäre ist, während die zweite im Raume vorgeht. Projicirt sich aber die Erdbewegung auf das Firmament, so wird sie von einem jeden sichtbaren Objecte gleichfalls angezeigt sein; und die Dimensionen der projicirten Bewegung werden sich verhalten wie die Entfernungen der Objecte.

Die Theorie hat den Satz „die scheinbare Bewegung der Sonne ist die wirkliche Bewegung der Erde“ buchstäblich, folglich einseitig angenommen, woraus dann andere falsche Sätze sich entwickelten, welche die Gesammttheorie wie ein rother Faden durchziehen; es ist aber augenscheinlich, dass der Satz „so wie die Sonne sich scheinbar bewegt, so bewegt sich die Erde in der Wirklichkeit,“ schon durch die Projection als absurd erscheint.

Die Theorie hat unter andern zwei merkwürdige Schlüsse aus dem Satz gezogen, welche eine Menge von falschen Begriffen erzeugt haben; wir wollen sie in Kürze erwähnen.

1. Indem die Sonne während des Jahres einen Kreis auf der Himmelssphäre zu beschreiben scheint, so muss diesen Kreis die Erde wirklich beschreiben, woraus dann die Idee hervorging, dass die Erde sich in der Ecliptik bewegt. Der von der Sonne projicirte ebene Kreis wurde die geschlossene, ebene Erdbahn, und die Idee ist — fix geworden und geblieben, sie wurde als eine Wahrheit proclamirt, trotz der später anerkannten Sonnenbewegung.

2. Die Sonne bewegt sich scheinbar mit einer veränderlichen Geschwindigkeit, sie bewegt sich am schnellsten im Winter, am langsamsten im Sommer; hieraus folgt, dass die Erde sich in der Wirklichkeit eben so bewegt. Aus diesem Schluss ist die variable Entfernung der Erde sowohl, als ihre elliptische Bahn hervorgegangen; beide wurden als allgemeine Gesetze auf alle Himmelskörper übertragen. Wir werden in der Folge unserer Studien sehen, dass alle mit diesen Ideen verbundenen Sätze gehaltlos und falsch sind.

[6.] Nachdem man die Sonne gehörig festgemacht, sie an den so lange von der Erde usurpirten Platz gestellt hat, könnte man sich der Hoffnung hingeben, dass sie von den gelehrten Professoren in Ruhe gelassen wird; sowie man nach der feierlichen Erklärung, dass „die Erde sich bewegt,“ zu der Erwartung berechtigt ist, dass von nun an, die scheinbaren Bewegungen ausschliesslich, durch die so richtig herausgebrachte reelle Bewegung der Erde erklärt werden, ohne dass es hinfüro nöthig wird, zu der Sonnenbewegung zurückzukehren. Eitle Hoffnung, getäuschte Erwartung! In den auf einander folgenden Capiteln jener Bücher, welche für den öffentlichen Unterricht bestimmt sind, lässt man die Sonne fort und fort sich bewegen, so oft man dieses nöthig findet, was sich sehr häufig ereignet. Es wird nämlich vorausgesetzt, dass der schon hinlänglich gewarnte Student nun jedesmal an die Erde denken wird, wenn der Lehrer von der Sonne spricht. Und dennoch kann der Student erwarten, ja er kann es vom Meister fordern, dass die Wissenschaft folgerecht nach ihrer Entwickelung vorgetragen werde; das heisst, dass die stufenweise erworbenen

Digitized by Google

Kenntnisse nicht mehr durcheinander geworfen und gemengt werden durch eine unselige Lehrmethode, welche, wie es scheint, der Königin der Wissenschaften exclusiv vorbehalten ist. Das unablässige Zurückkehren zur Sonnenbewegung — um die Erde — nachdem man diesen Weltkörper definitiv fix gemacht hat, vergrössert die Verwirrung um so mehr, als der gelehrte Autor oder Professor endlich doch genöthigt ist, von der wirklichen Eigenbewegung der Sonne, wenn auch nur eine ehrenwerthe Erwähnung zu machen, eine Bewegung, die man erst seit einem Jahrhundert kennt! Was ist ein Säculum für die Astronomie?

Immer bereit, aus den beobachteten Phänomenen Schlüsse zu ziehen, sehr eifrig in der Composition von Theorien, sind die Astronomen gleichgültig geblieben gegenüber dem colossalsten Phänomene des Himmels und der Wissenschaft zugleich: ja sie scheinen die reelle Bewegung der Sonne gänzlich ignoriren zu wollen und möchten selbe unterdrücken. Das Factum ist, dass sie statt der Erde, die Sonne sich bewegen lassen, wenn diese sich nicht rührt; sie wird alsogleich wieder fix gemacht, wenn sich Phänomene zeigen, welche die Eigenbewegung der Sonne deutlich beurkunden; diese Phänomene werden dann durch Hypothesen erklärt. Dieser auffallende Umstand, das Beiseitesetzen der reellen Sonnenbewegung, wird begreiflich, wenn man bedenkt, dass es sich um nichts Geringeres handelt, als um die totale Vernichtung der gegenwärtigen erklärenden Wissenschaft.

In den Büchern über Elementarastronomie liest man häufig, dass die Himmelserscheinungen sich mit derselben Leichtigkeit erklären lassen, ob man nun die Erde oder die Sonne als fix betrachtet. Damit will man wahrscheinlich sagen, dass die Himmelsphänomene von der Imagination unabhängig sind, dass es ihnen ganz gleichgiltig ist, welche Ideen immer man sich von ihnen macht. Wenn man sie aber gar so leicht erklären kann in den beiden Voraussetzungen, worin besteht dann der Vorzug des einen Systems vor dem andern, wozu überhaupt ein System, wenn die Phänomene sich unserer Fantasie zu fügen haben, oder was dasselbe ist, sich nicht fügen?

Ja, sie werden explicirt, die Himmelsphänomene, so wie Träume gedeutet und ausgelegt werden, die Thatsache aber ist, dass in der einen sowie in der andern Supposition der Fixität die leichten Explicationen gar nichts erklären und gänzlich unverständlich sind; es ist auch ersichtlich, dass die raisonnirte Wissenschaft eben durch ihre leichten Erklärungen sich selbst — zu Grunde richtet.

[7.] Studiert man die Astronomie, so hat man vorerst sich an den Gedanken zu gewöhnen, dass der uns sichtbare Himmel ein

winzig kleiner Theil des Weltalls ist, und dass selbst mit diesem kleinen Theile verglichen, die Grösse oder Ausdehnung des Sonnensystems verschwindend und gleichsam eine Null ist: verglichen aber mit dem Raume, welcher zwischen jenen Sternen gelassen ist, die uns als die nächsten zur Erde erscheinen, erhält die Grösse des Sonnensystems schon eine Bedeutung, obwohl diese auch noch klein genug ist. Vergisst man nun nicht, dass das ganze System, in welchem somit die Erde sich mit ihren Bewegungen befindet, in einer ununterbrochenen Bewegung ist und seinen Ort im Raume beständig wechselt, so begreift man, dass Alles, was sich unserer Vision auf dem Firmamente darstellt, nothwendigerweise in der Perspective ist, so wird man derlei Ausdrücke, wie z. B. „Die Sonne versetzt sich zwischen den Sternen" etc. zu ihrer Bedeutung zurückführen. Man kann in der That mit eben so viel Gewicht sagen, dass eine aufsteigende Rackete sich „zwischen den Sternen versetzt und verschiedene Constellationen durchwandert."

Das Phänomen der sichtbaren Doppelbewegung der Sonne konnte Niemandem entgehen, es musste zu allen Zeiten erkannt werden; die Beobachtung musste somit ihre tägliche sowohl, als ihre jährliche Bewegung constatiren. Die Frage war aber immer, geht diese Doppelbewegung, oder separat genommen eine oder die andere „um die Erde" vor, oder ist es die Erde, welche dieselbe Doppelbewegung „um die Sonne" macht? Nie war die Frage gestellt, wie dieses Phänomen sich produciren könne, wenn weder die eine noch die andere Supposition im Wahren ist? Was die tägliche Bewegung der Sonne betrifft, so wurde es bald klar, dass sie die Folge der Axendrehung der Erde ist, woraus aber einfach folgt, dass für diesen Fall weder die Sonne um die Erde, noch diese um die Sonne in 24 Stunden sich dreht; es bleibt somit die Frage der zweiten Bewegung.

Die jährliche Bewegung der Sonne in ihrer Bahn, in der Ecliptik, blieb lange eine brennende Frage der Astronomie, welche endlich durch eine theoretische Ansicht entschieden wurde, die da sagt, dass die Erde, ein von der Sonne abhängiger Planet, jährlich um das Centralgestirn einen Kreis — oder Ellipse, gleichviel — beschreibt, und dass, in der Wesenheit die scheinbare Doppelbewegung der Sonne, die reelle Doppelbewegung der Erde ist. Da nun in der Astronomie jede Schlussfolgerung sich auf die Beobachtung stützen muss, und durch die erkannten und wohl verstandenen Phänomene gerechtfertigt sein soll, so müsste aus den Beobachtungen hervorgehen, dass die Erde um die Sonne kreisen kann und auch wirklich kreiset. Es ist aber noch eine andere Frage da — der Gegenstand unserer Studien — welche uns mehr beschäftigt. Die Doppelbewegung der Erde, Rotation und Transla-

tion, ist allgemein anerkannt, die Frage ist, welche ist diese translatorische Bewegung, besteht sie aus dem wiederholten Durchlaufen einer einfachen, permanenten, geschlossenen Curve, sowie dies die Theorie aufgestellt hat, und ist diese Curve hinlänglich — nicht zu erklären, sondern — uns begreiflich zu machen jene verschiedenen Phänomene, welche die Sonne und die übrigen Weltkörper zeigen, und welche grösstentheils durch die Erdbewegung hervorgebracht sind?

[8.] Zwei besonders wichtige Phänomene sind an der Sonne beobachtbar; das eine ist ihre veränderliche Winkelgeschwindigkeit; das andere ihr gleichfalls veränderlicher Durchmesser. Wir wollen hier davon präscindiren, dass diese Phänomene von der Perspective afficirt sind, und nehmen an, dass sie für alle geographischen Lagen der Erde effectiv stattfinden.

Die in der Ecliptik scheinbar sich bewegende Sonne beschreibt nach den Beobachtungen Tagbogen, welche ein halbes Jahr hindurch Tag für Tag abnehmen und während der anderen Jahreshälfte in demselben Verhältnisse zunehmen. Den grössten Tagbogen beschreibt sie — für die nördlichen Beobachter — im Anfang oder am Ende des Jahres, den kleinsten in seiner Mitte. Das Verhältniss oder vielmehr die Differenz zwischen dem Maximum und dem Minimum ist ein Fünfzehntel des Tagbogens. Aus diesem Phänomen leitete Hipparch die Excentricität der Sonnenbahn ab, als auch die Entfernung der Sonne von der Erde.

Der Durchmesser der Sonne wächst und nimmt wieder ab, genau in dem Verhältniss der Tagbogen, nur ist die Differenz zwischen den Extremen ein Dreissigstel des Durchmessers. Das Verhältniss der Ab- und Zunahme beider Grössen ist somit wie 1 zu 2. Die Neueren, indem sie Hipparch's Methode als eine Hypothese verwerfen, rechnen sowohl die Sonnenferne als auch die Excentricität der Erdbahn nach den veränderlichen Durchmessern.

Die beiden Phänomene scheinen somit in einer untrennbaren Verbindung zu sein und wie man sich ausdrückt: „Der Sonnenhalbmesser wächst und nimmt nach demselben Gesetz ab als die Geschwindigkeit, sie sind in einem zweimal kleineren Verhältniss.“ (Laplace Système du Monde p. 8.)

Aus diesem Umstande hat man geschlossen, und den Schluss als eine Wahrheit, als ein Gesetz aufgestellt, dass, „die Distanz der Sonne von der Erde umgekehrt wie ihr scheinbarer Durchmesser ist, ihre Zunahme folgt demselben Gesetz, als die Abnahme dieses Durchmessers.“ (Laplace le même L. p. 8.)

Arago sagt: „Der Halbmesser des Mondes ist sehr veränder-
„lich, folglich wechselt seine Entfernung von der Erde beständig,
„denn es wäre absurd anzunehmen, dass der reelle Diameter dieses

„Gestirns während der ganzen Dauer eines Monates (Lunaison) „sich ändert und in den folgenden Monaten analoge Veränderungen „zeigt; man sieht es übrigens mit Evidenz, dass diese Distanzen „im umgekehrten Verhältniss mit den Angulardiametern sein müs„sen (V. III. p. 380), das heisst, der grösste Durchmesser muss „der kleinsten Entfernung entsprechen, und der kleinste dem Ma„ximum der Distanz."

Es ist somit nach Arago absurd, vorauszusetzen, dass die Entfernung des Mondes immerwährend sich verändert während der Dauer eines Monates, und ähnliche Veränderungen zeigt in den folgenden Perioden, indem die Supposition aus den Veränderungen des Diameters abgeleitet ist, welche Folgen unbekannter Ursachen sein können. Uebrigens widerspricht die Theorie selbst ihrer Thesis, indem sie für die Mondbahn einen „beinahe Kreis" annimmt; in diesem Falle nun kann der Mond sich der Erde nicht nähern und wieder sich von ihr entfernen, in dem Verhältnisse des achten Theiles seiner Distanz. Wir bemerken noch, dass das Wort „reell" die Argumentation nicht kräftigt, indem der scheinbare Durchmesser nicht der wirkliche ist, d. h. der wahre Durchmesser eines Weltkörpers kann sich nicht ändern, es ist sein Anblick (Aspect) der sich ändert.

Die grösste Geschwindigkeit der Sonne ist für die Alten in der Perigée, die grösste Geschwindigkeit der Erde für die Modernen ist im Perihel: was hat sich demnach durch die Intervention des Sonnendurchmessers geändert? Die Excentricität der Alten ist auf ihre Hälfte reducirt, woraus man noch nicht folgern kann, dass die Neueren — weniger excentrisch sind.

[9.] Die Theorie der veränderlichen Entfernungen ist hiermit aus zwei Phänomenen abgeleitet; aus den variablen Tagbogen der Sonne und aus den Veränderungen ihres scheinbaren Durchmessers: selbst die Ellipse geht aus ihnen hervor, eine Figur, welche, wie wir uns nach und nach überzeugen werden, nicht allein durch die sich bewegende Sonne beseitigt, sondern auch im Widerspruch ist mit den Ideen, welche man sich von der Attraction gemacht hat, im Widerspruch ist mit den aufgestellten Gesetzen der Bewegung, und welche endlich mit den Beobachtungen nichts gemein hat. Wir werden auch noch näher erkennen, dass die von der Sonne beschriebenen variablen Bogen nicht einfach auf die Erdbewegung — welche gleichförmig ist — übertragen werden können; es bleibt somit für die Theorie der variablen Distanzen nichts anderes, als die variablen Diameter.

Es ist — im Allgemeinen — ausser Zweifel, dass der scheinbare Durchmesser eines Weltkörpers sich mit der Distanz nothwendiger Weise ändern muss; die Frage ist nur, sind die variablen

Entfernungen immer und jedesmal reell, und kann die Aenderung des scheinbaren Durchmessers keine andere Ursache haben?

Was die veränderlichen Durchmesser der Planeten anbelangt, so kann man aus diesen mit einiger Sicherheit schliessen, dass sie von der Erdferne der Planeten abhängen, indem diese Weltkörper in einem begrenzten, durch das System angegebenen Raum sich bewegen; da sie nun mit der ihnen eigenen Geschwindigkeit ihre Revolutivcurve beschreiben, so müssen sie wohl unter sich in verschiedene Lagen kommen, und da sie Curven verschiedener Grösse beschreiben, einander bald näher kommen bald sich entfernen, welche immer die Anordnung oder Configuration ihrer Bahnen ist. Die Planeten können aber — in Bezug aufeinander und unter sich — obwohl sie demselben System angehören — als von einander unabhängig betrachtet werden, was man von ihnen in Bezug auf die Sonne, noch von ihren Satelliten in Bezug auf die Planeten, nicht sagen kann. Schliesst man demnach aus der Analogie auf die veränderlichen Distanzen der Erde von der Sonne oder von dem Mond, so muss man in Evidenz setzen, dass „die Veränderungen in den scheinbaren Diametern der Sonne und des Mondes keine andere Ursache haben können, als die Veränderung ihrer Distanz.“ Ein Satz, der nicht zu beweisen ist.

Wenn wir sagen, dass uns ein Object grösser oder kleiner erscheint nach dem Verhältniss seiner Nähe oder Ferne, so haben wir eine Thatsache ausgesprochen. Sagen wir aber umgekehrt, dass jede Vergrösserung oder Verkleinerung die Folge einer Annäherung oder Entfernung ist, so haben wir keine Thatsache ausgesprochen, da eine Aenderung in der scheinbaren Grösse auch auf eine andere Art hervorgebracht werden kann. Erinnern wir uns an die Telescope und Microscope, welche, ohne die Objecte zu nähern, vergrössern.

Unser Auge aber ist gewohnt, den Effect für die Ursache zu nehmen; vergrössert oder verkleinert sich ein Object — in allen seinen Theilen proportionell — ohne seinen Ort zu verändern, so scheint es sich uns zu nähern oder sich von uns zu entfernen. Die optischen Bilder (Phantasmagorien) auf dieselbe Wand projicirt, vergrössert oder verkleinert, bringen den nämlichen Effect hervor; ein Comet, der stufenweise sich verkleinert und endlich verschwindet, erscheint als hätte er sich von der Erde entfernt und würde endlich, in Folge seiner grossen Distanz unsichtbar geworden sein.

Es kann Niemandem unbekannt sein, dass die Sonnen- und die Mondesscheibe zur Zeit ihres Auf- und Unterganges sehr vergrössert erscheint, nach und nach aber sich verkleinert. Diese ungewöhnliche Vergrösserung, welche mit der Refraction in Verbindung ist, wird von vielen Gelehrten für eine Illusion erklärt, und

Herschel sagt z. B. in seiner Astronomie (p. 34, 35) dass „mit „einem guten Instrument angesehen, der Sonnendurchmesser weder „grösser noch kleiner, sondern fast genau derselbe ist, ob nun die „Sonne am Horizont verweilt oder auf die grösste Höhe sich er„hebt, und dass im Gegentheile der Durchmesser des Mondes am „Horizont kleiner ist als in seiner grössten Höhe."

Wer hat nun Recht, die Theorie oder Herschel?

Die Illusion ist kein Zufall, keine Fatalität, sie ist etwas Hervorgebrachtes, sie ist eine Wirkung, deren Ursache angeblich sein sollte. Liegt die Illusion in unserem Auge, in unserer Vision, so bleibt sie dieselbe, welche nun immer die Stellung der Sonne in Bezug auf den Horizont ist. In diesem Falle aber würde man nie die Ursache der Wirkung herausfinden; ist aber die Illusion eine optische, wie dies auch manche Autoren sagen, so weiss die Wissenschaft sehr wohl, warum die Bilder sich verschiedentlich zeigen?

Die Alten, der erste unter ihnen Posidonius, haben das Phänomen mit der Erdatmosphäre in Verbindung gebracht und haben somit derselben eine Vergrösserungsfähigkeit, ja selbst die Eigenschaft zugeschrieben, die Bilder und Figuren zu verkehren, zu zerren und zu verunstalten. Posidonius musste überzeugt sein, dass diese Materie — Atmosphäre genannt — mit ihren aufeinander gelagerten Schichten verschiedener Dichte, für unser Sehvermögen eben so fungiren muss, wie die auf verschiedene Art geformten optischen Gläser der Telescope und anderer Sehwerkzeuge. Diese Idee wurde von den Neueren nicht angenommen, deren Beruf es zu sein scheint, überhaupt alle Ideen der Alten umzustossen, ohne zu fragen, ob sie gut oder schlecht sind?

Was hat man aber an die Stelle der Atmosphäre gesetzt? Die Refraction äussert sich nicht auf die Art, dass man aus ihr die Illusion erklären kann, somit ist die Illusion keine optische: sie ist nicht durch die Atmosphäre erzeugt. Da man aber zu expliciren verpflichtet ist, so sagt man, dass unser Auge sich an die Dimensionen nach den Distanzen gewöhnt hat; sieht es nun die Sonne am Horizont, so sieht es zugleich jene irdischen Objecte, welche sich zwischen uns und der Sonne befinden: vergleicht man nun die Dimension der fernen Sonne mit den Dimensionen der nahen Objecte, so glaubt man dass sie sehr gross ist, während, wenn man die Sonne auf einer Höhe sieht, wo es keine uns umgebenden irdischen Objecte mehr gibt, wir sie viel kleiner sehen müssen.

Da diese Darstellung und Auseinandersetzung der Illusion in den Büchern ziemlich dunkel ist, so empfehlen wir dem Leser diese selbst aufzusuchen. Das Endresultat ist; sehen wir zugleich uns bekannte Gegenstände, so erscheint die Sonne grösser, kleiner aber im entgegengesetzten Falle. Bemerken wir nun, dass in der schön-

sten Mitte des grossen Oceans, wo wir die Sonne ganz allein am Horizont sehen, sich die nämliche Illusion producirt, wie wird sich die Explication aus der Klemme ziehen? Wird sie sagen; es ist die Rückerinnerung — Reminiscenz, — es ist die latente Idee, das Bewusstsein, welches in uns arbeitet, und welches zu arbeiten aufhört, wenn die Sonne in die Höhe steigt? Möglich, aber um die Thesis aufrecht zu halten, versetzt man sich in die Nothwendigkeit, eine astronomische Psychologie begründen zu müssen.

Diese Illusion, eine neuerfundene Species, nennt Herschel die „Illusion des Urtheils.“ Ein köstlicher Ausdruck, Illusion des Urtheils! Es könnte sich in Folge unserer Studien herausstellen, dass die grosse Zahl der Theorien, mit der Theorie der Illusion selbst angefangen, nichts anderes ist, als „eine Täuschung der Urtheilskraft.“

[10.] Die Illusion fängt somit beim Horizont an, aber wo endet sie? Wahrscheinlich dort, wo die Refraction und die Horizontal-Parallaxe ihr Ende finden, im Zenith; oder bleibt sie an den Horizont gekettet? Diese Frage ist mit folgender analog: wo ist der Anfang und das Ende des scheinbaren Durchmessers, wo der Anfang und das Ende des wirklichen? Gibt es auf Erden einen derart begünstigten Punct, für welchen die Himmelsphänomene sich in ihrer Realität zeigen? Welche sind jene überglücklichen Astronomen, welche die Realität schon beobachtet haben? Die Wirklichkeit des Scheinbaren ist begreiflich und klar, sie ist etwas Positives; das Scheinbare der Wirklichkeit ist aber erst zu beweisen; es wird wohl unbewiesen bleiben.

Mit dieser Frage der Illusion sind aber Umstände verbunden, welche nicht abzuleugnen, nicht wegzudisputiren sind.

1. Beobachtet und berechnet man — auch für kommende Zeiten — die veränderlichen Diameter der Sonne für das ganze Jahr, für jeden Tag des Jahres. Die Resultate sind in den bekannten Ephemeriden zu finden, und Jedermann kann sich überzeugen, dass diese variablen Sonnendurchmesser ihrer Declination proportional sind oder — was dasselbe ist — proportional jener Sonnenhöhe, welche sich auf die geographische Lage eines Beobachtungsortes bezieht, für welchen die Rechnungen zu gelten haben. Man findet so, dass z. B. für Paris 1863 der Sonnendiameter während des Jahres zwischen 32′ 35″ 58 und 31′ 31″ wechselt, daher eine Differenz von 65 Secunden zeigt: diese beiden Extreme der Zahlen entsprechen den südlichen und nördlichen Declinationen, jede im Maximum von 23° 27′; diese zwei Declinationen aber gehören zu den Höhen von 18°8 bis 64°5. Gibt man sich die Mühe etwas weiter zu schauen, so findet man dass die Sonnenparallaxen in genauem, die Refraction aber in einem annähernden Verhältniss mit

dem Durchmesser stehe. Niemand wird wohl voraussetzen, dass diese genauen Zahlen, z. B. der Connaissance des Temps, Folgen der Urtheilsillusion sind?

2. Die Theorie hat die veränderlichen Geschwindigkeiten und Entfernungen der Sonne aufgestellt, und hat diese in Bezug auf die Erde aus den variablen Durchmessern und Tagbogen abgeleitet. Wenn nun die scheinbaren Durchmesser der Sonne eine Illusion des Urtheils sind, so folgt natürlich, dass die Theorie gleichfalls die Illusion des Urtheils ist.

3. Die Excentricität der Sonnen- oder der Erdbahn wird aus den veränderlichen Diametern der Sonne berechnet; es scheint somit, dass die Excentricität und die Ellipse in einer festen Verbindung mit der Illusion des Urtheils sind.

J. Herschel war ein grosser Beobachter, seine Competenz in Fragen der Himmelserscheinungen ist somit nicht in Abrede zu stellen. Wenn er nun mit voller Ueberzeugung ausspricht, dass „mit einem guten Fernrohr beobachtet, die Sonne in allen Höhen denselben Durchmesser hat," so sollte man erwarten, dass er aus diesem höchst wichtigen Resultate der Beobachtung, nebst der Illusion des Urtheils, noch eine andere Folgerung macht. Aus der innigen Verbindung, in welcher die variablen Diameter mit den variablen Tagbogen sind, hätte er schliessen müssen, dass mit einem guten Fernrohr beobachtet, die Tagbogen das ganze Jahr hindurch unverändert dieselben sind, woraus dann unmittelbar folgt, dass die variablen Distanzen und Geschwindigkeiten eine Illusion des Urtheils sind.

Herschel hat diesen Schluss nicht gemacht, und in seinem V. Capitel über die Sonnenbewegung lehrt er über den fraglichen Gegenstand ganz dasselbe, was man in den andern Büchern findet: woraus wir den Schluss ziehen, dass Herschel die Illusion des Urtheils nur auf einen speciellen Fall reduciren wollte.

[11.] Die Modernen sagen, Hipparch hatte keinen Telescop, somit konnte er die variablen Diameter der Sonne nicht beobachten, woraus folgt, dass er durch seine Bestimmung der Excentricität der Sonnenbahn nach den verschiedenen Tagbogen eine Hypothese aufgestellt hat, welche verworfen werden musste, sobald man zu der wahren Kenntniss der veränderlichen Sonnendurchmesser gelangt ist.

Man kann Hipparch — den grössten Astronomen unter Jenen, welche die Geschichte der Wissenschaft aufzählt — nur bewundern, zugleich aber muss man bedauern, dass seine Consequenz so wenig Nachahmer findet und dass der Geist und der Gedanke, mit welchen er seine Schlüsse machte, nicht mehr in Anwendung sind.

Hipparch hält fest an dem gediegensten Princip der Mechanik — es fliesst aus der Natur der Dinge — nach welchem ein Körper

in ungehinderter Bewegung im freien Raume nur eine und dieselbe Geschwindigkeit haben kann; eine veränderliche Geschwindigkeit erscheint ihm als eine Unmöglichkeit und er stellt die gleichförmige Bewegung der Sonne, so wie aller Weltkörper auf. Er sagt ferner: ist die Bewegung gleichförmig, so sind die durchlaufenen Räume wie die Zeiten; bewegt sich nun die Sonne in einer Curve, so müssen in dieser in gleichen Zeiten gleiche Bogen beschrieben werden, damit aber dies möglich sei, muss die Curve in allen ihren Theilen eine gleiche, also dieselbe Krümmung haben; ist nun diese Curve eine geschlossene, so kann sie nur ein Kreis sein. Ferner: die Sonne beschreibt aber Tagbogen, welche sich das ganze Jahr hindurch stufenweise ändern; da nun diese Veränderlichkeit nicht reell sein kann, muss sie scheinbar sein, sie ist somit nur der Effect der Perspective. Hipparch weiss nun, dass die Dimensionen eines Objectes zu- und abnehmen im Verhältnisse ihrer Distanzen und sagt, der Unterschied zwischen den grössten und kleinsten Tagbogen ist beiläufig ein Dreissigstel, folglich muss der kleinste Bogen, von einer um seinen 30. Theil vergrösserten Distanz gesehen werden. Nun schliesst er, dass die Erde in *dem* Puncte eines von der Sonne beschriebenen Kreises ist, welcher Punct vom Centrum ein Dreissigstel des Durchmessers entfernt ist.

Dies ist der excentrische Kreis Hipparch's, der somit aufstellt, dass während einer Revolution die Sonne in verschiedene Distanzen von der Erde kommt. Wie sind nun die Neueren verfahren?

Sie fangen damit an, den festesten Grundsatz der Mechanik umzustossen, zu verläugnen und sagen, veränderliche Tagbogen setzen veränderliche Geschwindigkeiten voraus, folglich muss die Sonne das ganze Jahr hindurch fortwährend, tagtäglich ihre Geschwindigkeit ändern und bald schneller bald langsamer sich bewegen, wie dies die Tagbogen angeben. Nun fragen wir, auf welches Princip stützt sich dieser Schluss? Auf gar kein Princip, er trägt den Character einer absoluten, einer willkürlichen Entscheidung, er ist aus der Luft gegriffen; man hat sich etwas Unmögliches eingebildet.

Als man später die variablen Geschwindigkeiten durch die Attraction zu begreifen und zu erklären suchte, musste man noch mehr in Verwirrung gerathen. Schwindet der feste Boden unter unseren Füssen, so stürzen wir in den Abgrund. Die Attraction ist wie die Massen, eine unveränderliche Masse kann daher keine veränderliche Anziehung ausüben; dass die Attraction nach dem Quadrate der Entfernung wirkt, ändert an der Sache nichts, denn es stellt sich natürlich die Frage auf „bewegt sich z. B. die Erde darum mit variablen Geschwindigkeiten, weil die Sonnenanziehung variabel ist, oder wird diese Anziehung darum veränderlich, weil die

Erde sich mit veränderlicher Geschwindigkeit bewegt?“ Man hat geglaubt, dass die eine Unmöglichkeit durch die andere möglich gemacht wird.

Bewegt sich aber die Sonne mit veränderlicher Geschwindigkeit, so ist kein Grund vorhanden, den Kreis in eine Ellipse umzuwandeln; denn in dieser Figur ist das Beschreiben gleicher Bogen in gleichen Zeiten nicht möglich, da ihre Krümmung ungleich ist, da ihre Bogen — in Graden ausgedrückt — den Bogen des Kreises nicht entsprechen. Als Kepler die Ellipse erfunden hat, waren weder Telescope noch Attractions-Gesetze im Gebrauch; die Marsbewegung war hinlänglich zu der Entscheidung: dass die Sonne eine Ellipse beschreibt, in deren einem Brennpunct die Erde fest sitzt. Durch das Flächengesetz wurde der sich bewegende Weltkörper überflüssig, statt seiner fungirt der radius vector, welcher — damit doch etwas Gleiches da ist — in gleichen Zeiten gleiche Flächen beschreibt. Da nun dieses Flächengesetz eben so gut auf die excentrischen Kreise passt als auf die Ellipsen, so ist diese letztere Figur aus diesem Grunde schon ein Luxus; was aber die Astronomie mit den gleichen Flächen machen soll, wo alles Uebrige ungleich ist? kann man nicht errathen; es scheint uns klar zu sein, dass, wenn die excentrischen Kreise der Alten Hypothesen sind, so ist die Ellipse der Neuen eine etwas platt gedrückte Hypothese.

Ferner sagen die Neueren, dass die Excentricität der Sonnenbahn oder, was nach ihren Begriffen dasselbe ist, jene der Erdbahn, nicht aus den Tagbogen sondern aus den Diametern der Sonne abgeleitet werden soll, folglich ist die Determination Hipparch's eine Hypothese. Die Ab- und Zunahme des Sonnendurchmessers ist die Folge der Zu- und Abnahme ihrer Entfernung von der Erde, es ist demnach die Differenz zwischen dem Maximum und dem Minimum des Durchmessers ein Dreissigstel, folglich ist die Entfernung der Sonne von der Erde gleichfalls in den Grenzen von 1 und $1+{}^1/_{30}$. Hieraus folgt, dass die Excentricität der Sonnenbahn nach den Neueren genau die Hälfte der Alten ist. Die Neueren haben somit im Einklange mit Hipparch aufgestellt, dass die Sonne während einer Revolution in verschiedene Distanzen von der Erde kommt, da aber weder die Tagbogen noch die Diameter die effective Entfernung der Sonne angeben, so ist es wohl gleich, ob die Excentricität grösser oder kleiner ist. Dass die beiden Bestimmungen — alt und neu — nicht zugleich bestehen können, ist ersichtlich; wir können daher nur sagen, dass das, was zu Hipparch's Zeit eine Wahrheit gewesen, einer andern, neueren Wahrheit Platz machen musste, so wie diese sich vor einer künftigen Wahrheit wird zurückziehen müssen.

Wo steckt nun eigentlich die Hypothese der Alten?

Genau dort, wo die Hypothese der Neuen sich befindet. Was blieb Hipparch übrig, als den Kreis anzunehmen, wenn die Ecliptik auch zu seiner Zeit — so wie sie heute noch ist — ein grosser Himmelskreis, eine in sich selbst zurückkehrende, geschlossene Curve war? Was hat die Ellipse an dem Phänomen geändert? Ist es nicht klar, dass, wenn die Erde keine geschlossene Figur beschreibt, die Excentricität wegfällt und an ihre Stelle die Perspective tritt? Ist es nicht klar, dass in diesem Falle die veränderlichen Tagbogen und Diameter eine ganz andere Bedeutung erhalten als jene ist, aus welcher man bisher Schlüsse gezogen hat?

Die Hypothese ist demnach die geschlossene Bahn; die Hypothese ist die variable Distanz, die Hypothese ist die veränderliche Geschwindigkeit als eine Zugabe der Neueren; die Hypothese ist die Ellipse, als eine Lieblingsfigur der Neueren eingeführt.

Wir bemerken schliesslich, dass die Differenzen zwischen den Maxima und Minima der Tagbogen sowohl, als auch der Durchmesser ebenfalls veränderlich sind, und dass für jede — verschiedene — geographische Position auf der Erdoberfläche sich eine andere Differenz ergibt; woraus man folgern kann, dass die Bestimmung der Excentricität aus einer variablen Grösse eine undankbare Arbeit ist.

Dass die Variationen der Tagbogen und der Durchmesser im Zusammenhang sind, kann schon aus dem Grunde nicht bezweifelt werden, weil beide von der Sonne selbst je nach ihrer Stellung am Firmament erzeugt werden; es ist demnach mehr als wahrscheinlich, dass beide der Effect derselben Ursache sind.

Ist es constatirt, dass die Wirkung der Ursache auf die Tagbogen die doppelte ist, so ergibt sich die Proportionalität des Effectes aus dem Umstande, dass die Tagbogen — im Winkel — doppelt so gross sind als der Sonnendurchmesser.

DIE HAUPTPHÄNOMENE DER BEWEGUNG UND DER BEOBACHTER.

[12.] Um uns etwas breiteren, etwas mehr entwickelten Ideen zu nähern, wird es nicht überflüssig sein, zu betrachten, was man eigentlich am Himmel alsogleich wahrnimmt, wenn man ihn — anschaut.

Die mit ihrer Doppelbewegung in den Weltraum geschleuderte Erde theilt so zu sagen dem Himmel ihre geometrischen Eigenschaften mit, ihre Puncte, Linien und Kreise sind von der Himmelssphäre angenommen, nachgebildet.

Die Erdaxe und ihre Pole, ihr Aequator, verwandeln sich in Weltaxe, Weltpole und Weltäquator. Ihre Parallel- und Stunden-

kreise verzeichnen sich auf das Firmament; ihre Längen und Breiten werden zur geraden Aufsteigung und Abweichung für die sichtbaren Glanz- und Lichtpuncte des Himmels, für die Weltkörper. Die Ecliptik aber und ihre Pole kennt die Erde nicht, diese entstehen durch die scheinbaren Stellungen der Sonne. Der Horizont und der Zenith, sowie auch der Stundenkreis (Meridian) sind Eigenthum des Beobachters, d. h. jedem Puncte der Erdoberfläche entspricht sein eigener Horizont, Zenith und Meridian, welche sich mit dem Beobachter zugleich, in Folge der Rotation versetzen.

Es gibt auf der Erde nur zwei Arten geographischer Stellung, auf welcher die Phänomene der täglichen Bewegung sich in ihrer grössten Einfachheit zeigen; an den Polen und auf den Puncten des Aequators: alle übrigen Lagen geben Zwischenaspecte, mehr oder weniger durch die Perspective veränderte Ansichten.

Betrachten wir zuerst die Beobachtung am Pole.

Die Erdpole sind unzugänglich, aber auch der Erdmittelpunct ist nicht zugänglich, und doch versetzt sich der Astronom durch den Gedanken dorthin, um die geocentrischen Stellungen und Aspecte zu bestimmen; wir können daher die tägliche Bewegung an dem einen oder dem andern der Pole beobachten, ohne Furcht, dass die Imagination die Oberhand gewinnt.

An den Polen gibt es keine dunklen Nächte, es gibt da eigentlich gar keine Nacht, es ist immer Licht. Während 6 Monate ist die Sonne beständig sichtbar, steht über dem Horizont; während der anderen 6 Monate ist eine Lichtflamme da, welche sich mehr oder weniger auf der Himmelssphäre ausdehnt, und deren Intensität wie ihre Ausdehnung ist. Diese Flamme nimmt an der täglichen Bewegung theil; sie erhält das Maximum ihrer Ausdehnung und Lichtstärke in dem Augenblick, als die Sonne ganz nahe dem Horizont, aber noch unsichtbar ist; mit der graduellen Senkung der Sonne unter den Horizont vermindert sich das Licht stufenweise und erreicht nach drei Monaten sein Minimum an Intensität und Grösse; von da an wachsen beide wieder graduell, um nach 3 anderen Monaten ihr Maximum zu erlangen. Dieses Licht oder diese Flamme, Morgen- oder Abendroth, Nord- oder Südlicht genannt, wird auf der Erdoberfläche durch die Sonne erzeugt, es befindet sich im Raume, also in der Atmosphäre, welche es uns sichtbar macht.

Ein Beobachter, versehen mit den nöthigen Instrumenten und mit einer Uhr, welche er nach seinem Bedarf regeln kann, beginnt seine Beobachtungen in dem Augenblicke, als die Sonne unsichtbar wird, d. h. den Horizont verlässt: somit hat er volle 6 Monate zur Beobachtung der Sterne, und wir setzen voraus, dass ihn das

Licht nicht hindert, alle jene zu sehen, welche sich an der halben Himmelssphäre befinden.

Vom Pole aus gesehen ist die Himmelssphäre durch die Ebene des Horizontes in zwei gleiche Hälften getheilt, somit kann der Beobachter nur jene Sterne sehen, welche dieser einen Hälfte zugehören, dafür aber sieht er sie beständig, sowie er dieselbe halbe Himmelshohlkugel stets unverändert erblickt. Am Pole ist kein Auf- und Untergang der Sterne, kein Orient und kein Occident, die vier Cardinalpuncte sind nicht zu finden. Sein Zenith ist der Weltpol, sein Horizont ist der Weltäquator und sein Meridian ist — überall. Um einen bestimmten Meridian zu haben, hat er nur unter den Sternen einen zu wählen, welcher ihm als Vergleichspunct für alle übrigen dienen soll. Sein Fernrohr ist an Ort und Stelle gesetzt, wenn es sich auf einer Horizontalaxe bewegt und von Horizont zu Horizont einen Halbkreis beschreibt, der den Zenith durchschneidet.

Alle Sterne bewegen sich in derselben Richtung und ganz regelmässig in Kreisen, welche zum Horizont parallel sind. Diese Kreise, der grösste ist wohl der Horizont, der Aequator selbst, werden mit ihrer Höhe allmälig kleiner, bis der letzte im Zenith zu einem Puncte schmilzt und der darin sich befindliche Stern ohne Bewegung an demselben Orte zu bleiben scheint. Dieser Stern ist der wirkliche Polarstern, welcher durch seine Lage dem äussersten Puncte der Erdaxe entspricht. Die Rectascention und die Declination der Sterne verwandeln sich für den Beobachter in Azimuth und Höhe.

Alle Kreise, gross oder klein, werden von den ihnen zugehörigen Sternen in derselben Zeit beschrieben, und der Beobachter regelt seine Uhr nach jener unveränderlichen Zeitdauer, welche zwischen zwei aufeinander folgenden Meridiandurchgängen eines — welch immer — Sternes verfliesst. Nachdem diese Zeitquantität für alle Sterne, so wie auch für die ganze Himmelshemisphäre genau dieselbe ist, so nennt er sie „Zeiteinheit," welche nun seine Uhr repräsentirt, deren Zifferblatt in 24 gleiche Theile — Stunden — getheilt ist.

Da jeder Stern — mit der einzigen Ausnahme des Polarsternes — in 24 Stunden zweimal in seinen Meridian kommt, so kann der Beobachter sich leicht überzeugen von der Regelmässigkeit der täglichen Bewegung sowohl, als auch von der Unveränderlichkeit der Zeitquantität. Er controlirt beide, indem er die Sterne alle 12 Stunden in dem Meridian beobachtet.

Die genauen Messungen, welche er wiederholt an der Winkelbewegung macht, geben immer dasselbe Resultat; so wie die 24

Stunden seiner Uhr dem ganzen Umfang eines Himmelskreises von 360 Graden entsprechen, so entsprechen die kleineren, welch immer für Theile der Zeit — Stunden, Minuten oder Secunden — unverändert denselben beschriebenen Bogen. Das Verhältniss zwischen Zeit und Bogen ist demnach wie 1 zu 15. Die tägliche Bewegung ist hiemit in Bezug auf den Sternenhimmel gleichförmig und ohne alle Veränderung.

Obwohl nun der Beobachter nach einer gewissen Zeit, nach mehreren Tagen z. B., kleine Variationen in der Bewegung der Sterne wahrnimmt, so nimmt er hierauf keine Rücksicht, indem er glaubt, dass diese Variationen sich nicht auf die tägliche Bewegung beziehen, da sie während der 6 Monate ihren Character verändern. Ein Umstand jedoch scheint ihm merkwürdig zu sein, dass nämlich während der 6 Monate Beobachtung nicht ein einziger Stern unter den Horizont verschwunden ist, und auch keiner, den er noch nicht beobachtet hätte, sich über den Horizont erhoben hat. Es blieben alle Sterne unverändert in ihrer Höhe vom Horizont.

Die Beobachtung der Sterne allein führt in Bezug auf die tägliche Bewegung auf kein anderes wichtiges Resultat, als auf die Erkenntniss der vollkommenen Regelmässigkeit, mit welcher selbe vorgeht. Betrachten wir nun, welche Schlüsse man aus diesem Phänomen ziehen kann und auch wirklich zieht? Der Leser weiss es, dass nach der ersten Idee der Menschen die Erde fix ist im Mittelpuncte einer Hohlkugel, einer Sphäre aus Crystall, in welcher die Sterne incrustirt sind, und welche, wie ein Stück im Ganzen, sich um die Erde dreht. Die Crystallkugel ist nicht sehr ausgedehnt, nicht bedeutend gross, sie ist sehr endlich und darüber hinaus ist das — Nichts. Es ist bemerkenswerth, dass diese Idee zu allen Zeiten warme Anhänger fand, und dass heutzutage noch hie und da sich welche vorfinden. Für diese Gattung Geschöpfe ist jeder Fortschritt eine Chimäre, jeder Gedanke ein Schreckniss, etwas Entsetzliches; dieser Gattung ist die Idee eines unendlichen Raumes, bevölkert von sich ewig bewegenden Himmelskörpern — unzugänglich. Sie zieht das unendliche Nichts vor, als wäre es einfacher und auch leichter, sich das Nichts vorzustellen, als eine Fortsetzung (Continuität) dessen zu denken, was man sieht und was man theilweise schon kennt: sie ahnt nicht, wie dieses unendliche Nichts sich in eine unendliche solide Materie verwandelt?

Nach der ursprünglichen Idee muss die Erde, um recht fest zu sitzen, auf etwas Festem ruhen, z. B. auf einem Felsstück. Worauf ruht aber diese solide Stütze der Erde? Ohne Zweifel wird sie sich auf die Crystallsphäre stützen, welcher sie bald begegnen muss. Die Folge dieser Anlehnung nun ist, dass die Erde sich mit der Crystallkugel zugleich drehen muss, woraus wieder

folgt, dass die tägliche Bewegung nicht existirt, die Fixität der Erde somit ganz einfach abolirt ist. Die Confusion ist im Wachsen.

Damit sich die Himmelssphäre um die Erde drehen könne, muss der Fels durchgeschnitten sein, dann aber fallt die Erde auf den Crystall und bricht durch. Wohlan, die Erde sei fix, wie es nun immer ist, um sich aber umzudrehen, muss die Crystallkugel eine Umdrehungsaxe haben, deren zwei Endpuncte — die Weltpole — in Pfannen laufen, welche sich auf einer soliden Unterlage befinden; da nun die Sphäre sich in dem Nichts herumdreht, folglich die Unterlagen gleichfalls im Nichts sind, wird es unausweichlich, dass diese soliden Unterlagen sich in das Unendliche ausdehnen, um ihre nöthige Fixität zu erhalten!

Nachdem unser Beobachter weder im Zenith noch um die Erde herum etwas bemerkt hat, was einem Granitblock ähnlich sieht, so kann er zugeben, dass die Erde sich im Raume bewegt, und dass es ihre Rotation ist, welche die scheinbare tägliche Bewegung des Sternenhimmels hervorbringt. Er denkt zugleich, dass ein ähnlicher Effect hervorgebracht würde, wenn die Erde anstatt ihrer Rotation einen welch immer — grossen oder kleinen — Kreis in demselben Sinne in 24 Stunden beschreiben würde; die Bewegung müsste jedoch in der Ebene des Horizonts vorgehen, denn auf diese Art würden Erdaxe und Pole ihre Stellung in Bezug auf den Zenith beibehalten.

Sich der Translation der Erde erinnernd, sagt er, dass diese nothwendiger Weise ausser ihrer Rotation noch eine andere Bewegung haben müsse; nicht allein darum, weil im Raume die Rotationsbewegung jene der Translation bedingt, sondern auch darum, weil ohne diese zweite Bewegung man sich doch noch immer einbilden müsste, dass die Erdpole in fixen Pfannen laufen, oder dass unser Planet sich unverändert in demselben Puncte des Raumes bewegt. Er fügt hinzu, dass diese zweite Bewegung der Erde von den Sternen — aus seinen bisherigen Beobachtungen zu urtheilen — nicht angezeigt ist, da er während 6 Monate kein Zeichen, keine Andeutung der Translation wahrgenommen hat; hieraus schliesst er, dass diese beiden Bewegungen der Erde auf eine Art mit einander verflochten sind, welche zu erkennen die Beobachtung der Sterne allein nicht hinlangt. Diese Betrachtungen leiten ihn zu der Ansicht, dass die Dauer der Rotation, wie diese durch seine Uhr angegeben ist, von der Translation afficirt sein könnte: da er aber in diese Frage noch nicht eingehen will, lässt er die Idee einstweilen fallen und begnügt sich auszusprechen, dass die Beobachtung der täglichen Bewegung des Sternenhimmels den Beweis liefert für die Axendrehung der Erde, deren Dauer die

verflossene Zeit ist, zwischen zwei auf einander folgenden Meridiandurchgängen eines Sternes.

Auf die Idee unseres Beobachters über die Rotationsdauer bemerken wir, dass sich bereits mehrere Personen — meistens nicht Astronomen — in Schrift und Sprache geäussert haben, dass die Rotationszeit nicht jene ist, welche die Astronomen angeben; nicht der Sterntag sondern der Sonnentag ist. Sie hatten aber vielmehr die innere Ueberzeugung davon als eine reelle Kenntniss der Thatsache.

Ein heller Punct zeigt sich am Himmel, im Horizont und übergiesst die Erde mit einem Lichtmeer, vor dessen Intensität die Aurora erblasst. Es ist die Sonne, die erscheint und der Beobachter wartet, bis ihre halbe Scheibe sich über den Horizont erhebt, damit ihr scheinbarer Mittelpunct sichtbar werde, um dann sogleich seine Beobachtungen zu beginnen.

Von dem Augenblick an, als die Sonne erscheint, nimmt sie an der täglichen Bewegung Theil und scheint mit den Sternen zugleich sich in derselben Richtung zu bewegen. Da sie fast einer Stunde bedarf, um sich vom Horizont an eine Bogenminute zu erheben, so hat sie schon in Bezug auf den horizontalen Kreis bei 240 Grade durchgelaufen, bis ihr Centrum beobachtbar wird. In diesem Moment richtet der Beobachter sein Fernrohr gegen die Sonne, wählt sich somit einen neuen Meridian; zugleich richtet er seine Uhr auf den Nullpunct, der gleich 24 Stunden ist.

Stellen wir uns vor, dass die Sterne überhaupt sichtbar bleiben, und dass einer unter ihnen mit der Sonne zugleich im Meridian ist; nennen wir diesen den Vergleichsstern. Nach 24 Stunden kommt dieser — wie gewöhnlich — abermals in den Meridian, die Sonne aber ist zurückgeblieben; in dem Moment als der Stern das Fadenkreuz des Fernrohres berührt, ist die Sonne von ihm beiläufig 59 Bogenminuten entfernt, und wenn diese in den Kreuzfaden — mit ihrem scheinbaren Mittelpunct — tritt, zeigt die Uhr $0^h + 3' 56''555$. Während des ersten Tages hat sich die Sonne um $23' 40''$ über den Horizont erhoben.

Es zeigen sich somit zwei Phänomene zugleich; zwei scheinbare Bewegungen der Sonne; das eine wird ihre Rectascension, das andere ihre Declination — hier Höhe — genannt; beide sind veränderlich.

Die Sonne erhebt sich stufenweise, ununterbrochen; ihre Höhe wächst Tag für Tag, von Stunde zu Stunde, ja jeden Moment. In Folge der Rotation macht dies den Effect, als würde die Sonne auf der Himmelssphäre Spiralkreise beschreiben; diese aufeinander folgenden Spiralringe nähern sich immer mehr und mehr; sie werden so zu sagen gedrängter, da die Sonne sich täglich lang-

samer, weniger erhebt. In drei Monaten erreicht sie das Maximum ihrer Höhe von 23°27′, und hier scheint sie stille zu stehen für eine kurze Zeit, worauf sie zu sinken anfängt und so in umgekehrter Ordnung dieselben Spiralringe beschreibt; nach drei anderen Monaten erreicht sie abermals den Horizont.

Man kann dieses Phänomen bildlich darstellen, indem man z. B. einen Faden um eine Sphäre herumwindet; angefangen bei einem Puncte ihres Aequators, entfernt sich der Faden immer mehr und mehr von dem grossen Kreise der Sphäre; die ersteren Windungen sind weiter, die nächstfolgenden immer näher zu einander; der erste Ring z. B. ist vom Aequator bei 23 Bogenminuten entfernt, die folgenden immer in einem kleineren Abstand von einander; nach 91·5 Windungen erreicht der Faden die Entfernung von 23°27′ vom Aequator, von da an setzen sich die Windungen in derselben Richtung und gleichem Verhältniss nach abwärts fort und nach andern 91·5 Windungen erreicht der Faden seinen Ausgangspunct.

Diese scheinbare Bewegung der Sonne ist aus dem Grunde wichtig, weil sie uns über einen höchst interessanten Umstand Aufklärung geben wird. Leider wird in den Büchern unserem Beobachter widersprochen, und mit Bedauern liest man z. B. in dem sonst so vortrefflichen Werke Arago's über populäre Astronomie (I p. 283.) „Nachdem die Sonne vom 21. März bis 23. September „eine nördliche Declination hat, so wird sie — beobachtet am „Nordpole — nicht unter den Horizont des Beobachters hinabstei„gen; die Sonne wird während 6 Monate nicht untergehen, sie „wird täglich den Umfang eines Kreises beschreiben, dessen Ebene „senkrecht auf der Weltaxe ist, einen Kreisumfang, dessen *alle* „*Puncte vom Horizont in gleicher Entfernung sind*; den 21. März „und 23. September, Tage an welchen der Mittelpunct der Sonne „mit dem Aequator zusammenfällt, wird die nördliche Hälfte dieses „Gestirns fortwährend sichtbar bleiben in den 24 Stunden, ihre „untere Hälfte bleibt unsichtbar.“ etc.

Nach dieser Erklärung des Phänomens kann aber der Student nicht begreifen, wie die Sonne, die bis zu einer Höhe von 23°27′ ohne Unterbrechung sich erhebt und eben so graduell wieder zurücksinkt, zugleich in derselben Entfernung vom Horizont bleiben könne? Diese Art Bewegung ist eine unmögliche, die Sonne müsste concentrische Kreise beschreiben, welche in keiner Verbindung mit einander sind; endlich müsste sich die Sonne im Aequator während 24 Stunden gar nicht bewegen, wo doch eben in dieser ihrer Position ihre scheinbare Geschwindigkeit die grösste ist.

Die Bewegungs-Geschwindigkeit der Sonne in Declination ist der Höhe proportional; ob sie sich erhebt oder sinkt, so entsprechen

gleichen Höhen gleiche Geschwindigkeiten; diese Winkel-Geschwindigkeit ist aber zugleich mit den Höhen im umgekehrten Verhältniss, denn je höher die Sonne sich erhebt, desto kleiner ist der Winkel ihrer Steigung, desto geringer ihre Geschwindigkeit. Während des ersten Monates z. B. erhebt sich die Sonne bei 12 Grade, in dem zweiten nur 8 Grade und für den dritten Monat bleiben nur mehr $3^0\,27'$ übrig. Dasselbe Verhältniss bleibt — jedoch umgekehrt — während der drei Monate ihres Zurücksinkens.

Während der letzten Tage der ersten drei Monate und der darauf folgenden ersten Tage der zweiten drei Monate bewegt sich die Sonne in Declination (oder Neigung) mit einer solchen Langsamkeit, dass sie stationär zu sein scheint als sie das Maximum ihrer Höhe erreicht hat; aus diesem Grunde nannte man diese Position der Sonne das „Solstitz" oder Sonnenwende, „Sol stat" indem sie ihre Bewegung verändert, sich „umwendet und wieder zurückgeht." In den folgenden 3 Monaten nimmt diese Geschwindigkeit graduell zu in umgekehrter Ordnung, bis sie wieder den Aequator erreicht, wo die Geschwindigkeit im Maximum ist.

Die Variation ihrer Bewegung in gerader Aufsteigung, d. h. die verschiedenen Zeiten, welche die Sonne — in Bezug auf den Vergleichsstern — verwendet, um in den Meridian zu kommen, sind in bestimmte Perioden eingeschlossen: sie nehmen ab und zu, und gleichen sich während der Perioden aus.

Nach sechsmonatlicher Beobachtung erscheint somit die Sonne abermals im Horizont, der Stern ist 183mal durch den Meridian passirt und ist von der Sonne 180^0 abstehend. Die erhaltenen vorzüglichen Resultate sind folgende:

a) Mit dem Anfang der Beobachtung befand sich die Sonne zwischen der Erde und dem Vergleichsstern, also mit diesem in Conjunction; nach Verlauf von 6 Monaten kommt die Erde scheinbar zwischen die Sonne und den Stern zu stehen; erstere ist somit in Opposition mit dem Stern gekommen.

b) Die scheinbar von der Sonne beschriebene Curve ist ein Halbkreis, (180^0), welcher zu dem Horizont $23^0\,27'$ geneigt erscheint, und dessen andere Hälfte sich unter dem Horizont befindet.

c) Die Sonne entfernt sich angular von dem Vergleichsstern, jeden Tag um einen Bogen, der zwar veränderlich ist, aber dessen Variationen sich in 6 Monaten ausgleichen; man kann demnach sagen, dass dieser Bogen im Mittel $3548''33$ ist, indem die Sonne Tag für Tag, ebenfalls im Mittel, um $3'\,56''555 = 236''555$ später als der Stern in den Meridian kommt. Der Bogen ist somit der mittlere Tagbogen der Sonne; die Zeit, ihre mittlere tägliche Rectascension.

d) Die Beobachtung ihres veränderlichen Durchmessers hat gezeigt, dass, während ihr Mittelpunct sich im Horizont befand, ihr Diameter einen Grad übertraf; er nahm mit jeder Rückkehr in den Meridian ab, die Abnahme sehr schnell in der ersten Zeit, ward immer langsamer; in einer Höhe von 4 bis 5 Graden war der Diameter nicht über 42 bis 40 Minuten und bei der grössten Höhe von $23^0\,27'$ nicht mehr als $32'\,31''$. Mit dem Sinken der Sonne nahm ihr Diameter in demselben Maasse zu, als er früher abnahm; gleichen Höhen entsprechen gleiche Durchmesser.

Aus diesen Phänomenen zog unser Beobachter folgende Schlüsse:

Vorausgesetzt dass die Sonne eben so fix ist wie die Sterne fix sind — welche in der That als unbeweglich angenommen sind — so ist es klar, dass ihre scheinbare Bewegung die Folge der wirklichen Erdbewegung ist. Dieser Schluss aber berechtiget nicht zu dem anderen Schlusse, nach welchem die scheinbare Bewegung der Sonne die wirkliche Bewegung der Erde ist: d. h. die Voraussetzung, dass die Erde sich genau so bewegt, wie die fixe Sonne sich zu bewegen scheint, ist durch die Beobachtung nicht bestätigt.

Was durch die Beobachtung der Sterne allein nicht zu finden war, konnte durch die gleichzeitige Beobachtung der Sonne und der Sterne gefunden werden; dies ist die translatorische Bewegung der Erde. Die Sonne entfernt sich scheinbar von dem Vergleichsstern durch ihre Rectascension sowohl als durch ihre Declination Tag für Tag, indem sie nach ihren veränderlichen Höhen veränderliche Bogen beschreibt. Es ist somit die Erde, die sich zwischen den Sternen versetzt und nicht die Sonne, und zwar versetzt sie sich mit veränderlicher Geschwindigkeit sowohl an Declination als Rectascension, genau in den von der scheinbaren Versetzung der Sonne angezeigten Quantitäten; somit gehören die der Sonne zugeschriebene gerade Aufsteigung und Abweichung der Erde an. Es versteht sich von selbst, dass die hier erwähnte „Geschwindigkeit“ eine Winkelbewegung ist, da die Beobachtung die absolute Geschwindigkeit nicht angeben kann. Die Angular-Bewegung der Sonne ist direct, sie ist sichtbar in der Richtung der Erdrotation, woraus folgt, dass die Richtung der Erdtranslation ebenfalls direct ist.

Der während 6 Monate von der Sonne scheinbar beschriebene Halbkreis stellt die Hälfte ihres jährlichen Laufes vor; der grosse oder Hauptkreis, dessen andere Hälfte unter dem Horizont und zu diesem gleichfalls $23^0\,27'$ geneigt ist, wird die Ecliptik genannt. Aus diesem Umstande folgt, dass man, um sich das Phänomen zu erklären, annehmen muss, dass während der 6 Monate der Beobachtung die Erde die andere, die untere Hälfte des Kreises beschrieben

hat; d. h. dass während die Sonne sich über dem Horizont befand, die Erde unter ihm war. Hieraus folgt, dass während die Sonne die eine Hälfte der Ecliptik scheinbar durchläuft, die Erde sich in der anderen Hälfte reell bewegt. Die Sonnenbewegung ist somit die Projection der Erdbewegung. Nur auf diese Art kann man sich von dem perspectivischen Phänomen und zugleich von der Erdbahn nach dem System einen Begriff machen, indem man sich vorstellt, dass Sonne und Erde in demselben Kreis um einen gemeinschaftlichen Mittelpunct zugleich sich bewegen, und dass sie immer und stets 180° von einander abstehen.

Da es ausser Zweifel ist, dass in Bezug auf die Sterne die Erde sich im Raume versetzt, so folgt, dass, wenn die Sonne fix ist, die Erde auch in Bezug auf diese sich versetzen muss. Nach diesem Schlusse blieben die Bewegungen der Erde ganz unbegreiflich und im Widerspruch mit den Beobachtungen, nach welchen es scheint, dass die sich bewegende Erde immer in der Gegenwart der Sonne bleibt.

Indem er über diesen Gegenstand nachdenkt, wird unser Beobachter tiefsinnig und sagt: „es könnte in der That möglich sein, dass die Dauer der Rotation nicht jene ist, welche seine Uhr anzeigt, durch ihre 24 Stunden;“ aber aus Liebe zum Frieden — schweigt er noch.

Indem er sich des Dogma — der Theorie — über die veränderlichen Geschwindigkeiten der Erde in ihrer Bahn erinnert, kommt unser Beobachter in einige Verlegenheit. Wie könnte sie, sagt er, mit veränderter Geschwindigkeit in Azimuth und Höhe zugleich sich bewegen, und zwar plötzlich, während die Sonne sichtbar ist, indem sie während der ersten sechs Monate die vollkommenste Regelmässigkeit in ihrer Bewegung gezeigt hat? Er wagt hieraus zu schliessen, dass die Unregelmässigkeiten und Ungleichheiten in der Erdbewegung sich einzig und allein auf die Sonne beziehen, und daher nur scheinbar und perspectivisch sein können.

Ueber das Phänomen der Declination denkt er, dass der Erdäquator und mit ihm die Erdaxe sich nicht gegen die fixe Sonne mit 23° 27′ neigen können, da die kleinste Neigung augenblicklich nicht nur von den Zenithsternen, sondern von allen Sternen zugleich angezeigt sein würde, und da während 6 Monate nicht ein einziger Stern seinen Ort veränderte, glaubt er, dass die Neigung der Erde gegen die Sonne nicht annehmbar ist; übrigens weiss er, dass die Rotation in der Ebene des Horizontes vorgeht.

Die nach der Theorie in der Ecliptik sich bewegende Erde erhebt sich demnach ein halbes Jahr hindurch mit 23° 27′ über den Welthorizont und sinkt eben so viel unter ihn während des

anderen halben Jahres. Sie bewegt sich somit in einem Raume, welcher beiläufig 47° auf beiden Seiten des Horizontes sich erstreckt; dies ist nun die Weitenausdehnung der Ecliptik. Wenn, anstatt diese scheinbare Curve zu beschreiben, die Erde sich abwechselnd erhebt und wieder senkt in Bezug auf die Sonne und in der Richtung ihrer Axe, so bleibt das Phänomen unverändert; aber eine solche geradlinige Bewegung ist nicht denkbar; wenn die Erde endlich einen auf den Horizont senkrechten Kreis beschreibt in den Grenzen der 47 Grade, mit Beibehaltung der Richtung ihrer Axe, so bleibt die Sonnen-Declination noch immer dieselbe, indem in keiner der beiden Voraussetzungen diese Bewegung der Erde im Raume durch die Sterne bedeutend angezeigt wird, aus dem Grunde ihrer enormen Entfernung. Aber eine solche Bewegung der Erde, eine dritte, könnte von der gegenwärtigen Theorie nicht zugelassen werden, ohne dass man zugleich annimmt, dass zu einer neuen dritten Bewegung die nöthige neue und dritte Kraft auch vorhanden ist, welche unabhängig von den beiden anderen wirken muss, welche — nach der Theorie — die Doppelbewegung der Erde hervorbrachten und ebenfalls, wie die Rotation und Translation von einander unabhängig sind.

Aus dem Umstande, dass auch die dem Horizonte ganz nahen Sterne das ganze Jahr hindurch ihre unveränderte Lage erhalten haben, schliesst der Beobachter, dass die Translation der Erde nothwendigerweise in der Richtung der Rotation, folglich in der Ebene des Horizontes selbst oder doch mit dieser parallel stattfinden müsse; er erkühnt sich sogar zu sagen, dass die Rotationsebene mit der Translationsebene zusammenfällt und somit eine und dieselbe ist, woraus dann unmittelbar folgt, dass die Erde sich in der Ebene des Weltäquators oder parallel zu dieser bewegt. Da er die eigentliche Bahn der Erde aus seinen bisher gemachten Beobachtungen nicht ableiten kann, entschliesst er sich, das gegenwärtige System nicht anzutasten, nach welchem die Erde ihre zu dem Aequator geneigte Bahn „um die Sonne“ beschreibt; er gesteht jedoch, dass die Bedingungen, welche man an diese Bewegung in der Bahn geknüpft hat, etwas hart sind. Vor Allem ist es nöthig, dass die Translationsebene geneigt sei gegen die Ebene des Aequators, während mit dieser die Rotationsebene zusammenfällt; hieraus folgt, dass die beiden Bewegungen der Erde nicht in demselben Sinne sein können, was mit den Beobachtungen im Widerspruche ist; dann muss die Erdaxe während einer Revolution ihre auf die Sterne bezügliche Stellung beibehalten, d. h. sie muss unverändert parallel mit sich selbst bleiben; endlich ist es nöthig, dass die Erde in der einen Hälfte ihrer Bahn rücklings gehe.

In Bezug auf die veränderlichen Durchmesser der Sonne erinnert sich der Beobachter des Dogma über die veränderliche Distanz der Erde von der Sonne und sagt: die Sonne befindet sich nach seinen Beobachtungen zweimal des Jahres in ihrer Perigée, genau in den Nachtgleiche-Puncten; die Geschwindigkeit der Erde erreicht somit ihr Maximum zweimal im Jahre; nach diesen gleichen Stellungen der Sonne, in welchen ihr Diameter sein Maximum erreicht. Indem er diese Diameter der Sonne, sowie er diese zwischen 0 und 23° 27′ Höhe beobachtet hat, vergleicht und den von der Sonne beschriebenen Tagbogen nimmt, macht er den gebräuchlichen Calcul, um sowohl die Geschwindigkeit der Sonne in ihrer Erdferne, als auch die Excentricität ihrer Bahn heraus zu bringen. Er findet zu seinem nicht geringen Erstaunen, dass seit den ersten drei Monaten der Beobachtung die Geschwindigkeit der Sonne beiläufig 30′ ist, also die Hälfte der beobachteten; dann findet er, dass die Ellipse der Sonne sehr abgeplattet und das Verhältniss ihrer beiden Axen wie 1 zu 2 ist, woraus unmittelbar folgt, dass sich die Sonne zweimal des Jahres der Erde genau um die Hälfte ihrer Distanz nähert. Diesmal sagt der Beobachter ohne Bedenken, dass derlei Rechnungen gar keine Bedeutung haben.

[13.] Versetzen wir uns an den Aequator, wo es eben so wenig Jahreszeiten gibt, wie an den Polen, dafür aber Auf- und Untergang des gesammten Himmels und seines Inhaltes. Am Pole konnte der Beobachter nur die eine Hälfte der Himmelssphäre, nur die Hälfte der Phänomene der täglichen und jährlichen Bewegung sehen, hier zeigt sich ihm der ganze Himmel schon während 12 Stunden.

Die Bedeutung der Worte „Tag und Nacht“ geht hervor. Die Parallelkreise auf beiden Seiten des Aequators — der nun durch den Zenith geht — enden an den Polen, die im Horizonte liegen. Diese Kreise sind demnach hier auf den Horizont senkrecht. Die zwei Hemisphären an beiden Seiten des Aequators, die eine die südliche die andere die nördliche, werden deutlich, sowie auch der Orient und Occident sich bestimmen lassen. Es gibt aber hier nur einen eigentlichen Meridian, dessen Halbkreis durch den Zenith geht und die beiden Pole trifft.

Der Beobachter setzt sein Mittagsrohr zurecht, seine Uhr bleibt nach der täglichen Bewegung der Sterne geregelt. Obwohl er nun aus den Beobachtungen der Sterne — für sich genommen — nichts Neues lernt, fängt er seine Arbeit dennoch mit einem ihm bekannten Stern an, um zu sehen, ob sich hier die Phänomene nicht verändert zeigen? Er findet, dass der Stern, der am ersten Tage zugleich mit der Sonne aufging, sich am folgenden Tage um 3′ 56″ 55 früher am Horizonte zeigt. Da nun dieses „früher“

täglich stattfindet, so geht nach 6 Monaten der Stern unter, wenn die Sonne aufgeht, und nach einem Jahre geht er abermals mit der Sonne zugleich auf. Es scheint somit, dass die Sterne und ihre Constellationen nach und nach aufeinanderfolgend so aufgehen, als hätte die Himmelssphäre im Ganzen während des Jahres eine volle Umdrehung gemacht, in welcher Zeit die Sonne 365mal aufging. Die Folge dieser Erscheinung ist, dass der gestirnte Himmel während des Jahres um einmal mehr als die Sonne den Meridian passirt.

Wenn nun die Sonne und Sterne gleich fix sind, so ist die Erscheinung eine projicirte; es ist somit ganz gleich, ob man sagt, dass die Sonne hinter den Sternen zurückbleibt, oder, dass die Sterne der Sonne vorauseilen.

Die Messungen der Winkelabstände eines Sternes von der Sonne und die Beobachtung der Zeit, welche diesen Abständen stets proportional ist, zeigen ihm nichts Neues. Er geht somit auf die Beobachtung der Doppelbewegung der Sonne über, auf ihre Rectascension und Declination, welche sich hier in ihrer Totalität zeigen müssen.

Alsbald bemerkt er, dass die Zeit zwischen zwei aufeinander folgenden Auf- und Untergängen der Sonne, sowie die Zeit zwischen ihren zwei aufeinander folgenden Meridiandurchgängen, im Gegensatze jener der Sterne nicht constant ist, sondern von einem Tage auf den anderen sich verändert. Er bemerkt überdies, dass die Beobachtungen der Sonne nach seiner Uhr schwierig sind. In der That, während die Sterne jedesmal zu ihrer gewohnten Zeit in seinem Rohre erscheinen, macht das beständige Zurückbleiben der Sonne, dass z. B. nach einem Monate die Uhr schon um zwei Stunden mehr zeigt, wenn die Sonne im Mittagsrohre erscheint, vier Stunden mehr nach zwei Monaten u. s. f. Er denkt nun ernstlich an eine andere Uhr, um so mehr, da nun die Sonne die Phänomene der täglichen Bewegung dominirt und die Bestimmung des Mittags, der Mitte der Zeit zwischen Auf- und Untergang der Sonne, unausweichlich geworden ist. Der Beobachter construirt sich demnach eine Uhr, welche mit der Sonne gehen soll, wie seine bisherige mit den Sternen geht. Hinlänglich überzeugt, dass das tägliche Zurückbleiben der Sonne im Mittel 3′ 56″ 555 ist, hat er nur einen etwas längeren Pendel an ein Uhrwerk anzubringen, damit sich die neue Uhr genau um diese Zeit in Bezug auf seine Sternuhr täglich verspäte. Diese Uhr, welche eine mittlere Zeit vorstellt, ist gleichfalls in 24 Stunden getheilt. Wenn nun der Stundenzeiger dieser Uhr eine Umdrehung macht, vom Nullpuncte nach 24 Stunden wieder zum Nullpuncte zurückkehrt, so hat er hiezu genau 24 Stunden mittlere

Zeit verwendet, und die Sternuhr wird während dieser Zeit mit 3′ 56″ 555 voraus sein. Diese mittlere Uhr muss nun von den Veränderungen, welchen die Sonnenbewegung unterworfen ist, unabhängig sein.

Die Bedingung der Beobachtung des Mittags ist, dass der Mittelpunct der Sonnenscheibe mit dem senkrechten Kreuzfaden des Fernrohres in dem Augenblicke zusammenfalle, als die mittlere Uhr Zero oder 24 Stunden zeigt. In diesem Falle hat die Sonnenbewegung keine Variation und es ist mittlerer Mittag. Nun vergleicht der Beobachter alle Perioden der Sonnenbewegung, sowie auch jene der Planeten und der Satelliten mit der mittleren Zeit, sowie auch die Dauer aller Himmelsphänomene, ebenso wie dies die Alten gethan haben, die keine genauen Pendeluhren hatten, sich an die scheinbare Bewegung der Sonne hielten und gleichfalls eine mittlere Zeit aufstellten, nach welcher die Sterne jeden Tag um 3′ 56″ 555 „früher“ in den Meridian kommen.

Die Zeit des Meridiandurchganges des Sonnenmittelpunctes ist, wie wir dies schon gesehen haben, veränderlich: sie ist kürzer oder länger; der Mittelpunct erscheint entweder früher oder später in dem Meridian, als die mittlere Uhr Zero zeigt. Diese Variationen sind periodisch und wechseln so ab, dass in einer Periode das „früher und später“ sich ausgleicht, und der Beobachter aussprechen kann, dass die Sonne — das ganze Jahr genommen — im Mittel den Meridian genau im Mittag passirt, d. h. in der Mitte der Zeit, welche durch einen Sonnentag vorgestellt ist.

Dieses Phänomen der Variationen des Mittags scheint die Meinung zu bestärken, dass die Bewegung der Sonne in Rectascension veränderlich ist. Die Beobachtung der Sonnendeclination während des Jahres gibt dieses Phänomen in seiner Integrität; die am Pole unsichtbare Hälfte desselben schliesst sich hier an die andere Hälfte. Setzen wir voraus, dass die Beobachtung in dem Augenblicke beginnt, als die Sonne sich in der Ebene des Himmelsäquators befindet, welche mit dem grossen Kreise zusammenfällt oder dieselbe ist, die auf dem Meridian senkrecht steht und durch den Zenith geht. Es sei Mittag und das Sonnencentrum ist im Meridian, im Zenith selbst.

Die scheinbare Stellung der Sonne in Bezug auf den gestirnten Himmel hat so zu sagen keine Dauer, sie wechselt beständig, jeden Augenblick. Die Spiralkreise oder Ringe sind dieselben, welche sich am Pole zeigten, nur stehen sie senkrecht auf den Horizont und setzen sich auf der anderen Seite des Aequators fort, so dass ihre Ausdehnung nun 46^0 54′ einnimmt zwischen den beiden Maxima der Austral- und Boreal-Declination, zwischen zwei Grenzpuncten, welche die Solstitien sind. Die Sonne kommt

somit zweimal im Jahre in die Aequatorebene; sie ist abwechselnd sechs Monate auf der einen und sechs Monate auf der anderen Seite des Aequators. Man weiss, dass dieser Punct des Aequators, welchen die Sonne zweimal des Jahres scheinbar einnimmt und für den Beobachter derselbe ist, für zwei verschiedene Puncte genommen wird; es gibt somit zwei Nachtgleichenpuncte.

In seiner grössten Einfachheit besteht somit dieses Phänomen aus einem täglichen, oder vielmehr aus einem ununterbrochenen Ortswechsel der Sonne, welcher in einer wenig gekrümmten Curve oder Bogen vorgeht, der durch den Aequator in zwei Hälften getheilt ist. Die Sonne scheint demnach sich in 3 Monaten vom Aequator bis auf eine Angulardistanz von 23° 27′ zu entfernen, um in den folgenden 3 Monaten wieder zu ihrem Ausgangspuncte zurückzukehren, und dies findet auf beiden Seiten des Aequators statt: folglich ist der ganze von der Sonne in der Declination beschriebene Bogen 46° 54′. Nennt man nun die eine Hälfte des Bogens nördliche Declination, so heisst die andere Hälfte die südliche. Jede Hälfte hat ihre entsprechende Sonnenwende und Nachtgleiche.

Wir fragen nun, aus welchem Grunde könnte der Beobachter am Aequator aus diesem Phänomen schliessen, dass ein Solstitium dem Winter, das andere dem Sommer zugehört? Dass ein Equinoctium im Frühjahr, das andere im Herbst eintritt? Die beiden ersteren sind fast in gleicher Distanz vom Aequator, die beiden letzteren fast in demselben Puncte seines Kreises. Aus welchem Grunde könnte er daraus schliessen, dass die Sonne einen Kreis um die Erde beschreibt, oder umgekehrt, dass die Erde um die Sonne kreiset?

Mehr und mehr durch die Einfachheit der Phänomene aufgeklärt, kehrt der Beobachter zu seinen früher gefassten Ideen zurück und sagt: die Erde kann sich an beiden Seiten des Aequators recht wohl von der Sonne während der drei Monate „abwenden," und während der nächsten drei Monate sich ihr wieder „zuwenden," und dass ihr Hin- und Wegneigen (Inclination und Declination) zusammen die Summe von 46° 54′ ausmacht. Er erinnert sich, dass eine solche Art Declination der Erde zugleich die Declination ihrer Axe nach sich ziehen würde, die ihren Parallelismus zu bewahren hat, und sagt: wenn die Neigung der Erdbahn, welche gleichfalls 23° 27 ist, keinen Einfluss ausübt auf den Anblick des gestirnten Himmels, so könnte die Declination ihrer Axe dasselbe Resultat hervorbringen; d. h. er glaubt, dass was in Bezug auf die Sonne 46° 54′ ist, könnte sich wohl in Bezug auf die Sterne auf einen unbedeutenden Winkel reduciren. Er bemerkt jedoch, dass ein wirkliches Zu- und Wegneigen der Axe keine nothwendige Bedingung ist, um das Phänomen hervorzubringen,

und dass — mit Beibehaltung des Parallelismus — eine Angularentfernung der Erde allein hinreicht, und warum könnte nicht — fragt er — die Erde mit Beibehaltung ihrer Entfernung von der Sonne in welch immer für einem Kreis in den Grenzen von 47° sich bewegen?

Diese Idee scheint ihn zu fesseln, denn diese wäre ja die heutzutage noch unbekannte dritte Bewegung der Erde, welche die Declination der Sonne sowohl, als auch die Variationen des Mittags erklären würde; nachdem aber unser Beobachter sich schon entschieden für das System von Copernik erklärt hat, will er consequent bleiben, und sagt: dass seine bis jetzt gemachten Beobachtungen vielleicht nicht hinreichen, um eine Veränderung im Systeme vorzuschlagen; er bleibt aber vollkommen überzeugt, dass aus den gesammten Beobachtungen, vom Anfange der Astronomie bis auf unsere Zeit gemacht, unmöglich ist, den Schluss rationell zu ziehen, dass die Sonne sich „um die Erde bewegt." Wenn nun diese Thesis nicht zu beweisen ist, so kann man auch nicht schliessen, dass die Erde sich „um die Sonne bewegt," und wenn die Theorie das Scheinbare in das Wirkliche verwandeln will, so muss sie mindestens klar darlegen, dass das Scheinbare auch existirt, was zu thun ihr unmöglich ist. Die Versetzung der Sonne „zwischen den Sternen," ihre scheinbare Bewegung in der Ecliptik etc. berechtigen zu keinem ähnlichen Schlusse; indem dieses Phänomen dasselbe bleibt, welche Curve immer die Erde während ihrer Revolution beschreibt, vorausgesetzt, dass diese Bewegung in der Rotationsebene vorgeht.

Ueber zwei Phänomene hat sich der Beobachter hinlängliche Aufklärung verschafft; das erste ist die veränderliche Bogengeschwindigkeit der Sonne in der Declination. Die grösste ist im Aequator und nimmt von da an stufenweise ab bis zum Maximum der Declination auf der einen oder der andern Seite des Aequators; in diesem Moment scheint die Sonne still zu stehen; um jedoch ihre Bewegung in demselben Sinn und mit Zunahme ihrer Geschwindigkeit fortzusetzen. Die Bogengeschwindigkeit in der Declination hat somit im Jahre zwei Maxima und zwei Minima, sie ist für die identischen Stellungen dieselbe, d. h. gleichen Aequatorsabständen entsprechen gleiche Geschwindigkeiten.

Der Beobachter erinnert sich, dass die Zeit der Meridiandurchgänge der Sonne, die Veränderungen des Mittags oder die variable Geschwindigkeit in der Rectascension, in den identischen Stellungen ebenfalls fast dieselbe ist; von einer andern Variation des Tagbogens hat er weder am Pole noch hier am Aequator irgend etwas bemerkt, und er fragt, wie war es möglich, die Theorie aufzustellen, dass die Sonnengeschwindigkeit ihr Maximum im Winter

erreicht und ihr Minimum im Sommersolstitium? Wie konnte man sich davon Gewissheit verschaffen, dass die Sonne in der Ecliptik sich mit variablen Geschwindigkeiten bewegt? Diese Anschauung kann nur entstehen, wenn die Beobachter aus den Phänomenen Schlüsse ziehen, wie diese sich ihnen — individuell — vorstellen: da aber diese Phänomene sich in jeder geographischen Position anders zeigen, ist es natürlich, dass man eine Astronomie macht wie man beobachtet, und wie man die Beobachtungen begreift, sie auffasst.

Das zweite Phänomen, über welches der Beobachter vollkommen im Klaren ist, ist der gleichfalls variable Durchmesser der Sonne, so wie im Weltall überhaupt Alles variabel ist. Seine genauen Messungen geben, während die Sonne an den Grenzen ihrer Declinationen ist, nicht mehr als 31′ 30″; zwischen den 46° 54′ vermindert sich der Diameter allmälig und ist im Zenith kaum über 31′ 27″. Nachdem er am Pole gerade das Gegentheil gefunden, wo nämlich die Sonne eben im Aequator ihren grössten Diameter hatte, so fragt er, wie konnte man die unbegreifliche Theorie der veränderlichen Distanzen der Erde von der Sonne aufstellen nach den veränderlichen Durchmessern? Wie konnte man aus diesem Phänomen schliessen, dass die Sonne der Erde im Winter am nächsten ist? Wie konnte man sich die Theorie der Perihelien und Aphelien einbilden und aus dem Sonnendurchmesser die Excentricität der Sonnen- oder der Erdbahn herauspressen? An den Polen war die Erde in ihrer grösstmöglichsten Sonnennähe in demselben Augenblick, in derselben Lage, in welchen sie am Aequator in die möglichst grösste Entfernung kommt!

Indem unser Beobachter alle diese Widersprüche bedenkt, ruft er unwillkürlich aus: „arme Astronomie," und es ergreift ihn eine tiefe Trauer.

DIE BEDEUTUNG DER HAUPTPHÄNOMENE DER BEWEGUNG.

[14.] Es ist für sich klar, dass die hier nur in ihren Umrissen betrachteten Phänomene der Bewegung zugleich die Hauptfundamente der Astronomie sind. Dass in keiner Epoche der Wissenschaft diese Erscheinungen ernstlich oder wirklich studiert wurden, ist auf das deutlichste bewiesen durch die falschen Begriffe und Ideen, welche sich eingeschlichen haben, durch die aufgestellten Sätze und Theorien, welche mit den Phänomenen selbst im Widerspruch sind.

Will man sich mit dem Studium der Himmelsphänomene befassen, so muss man sich mit Geduld und Ausdauer rüsten,

man muss seine Gedanken unverwandt und fest auf den zu erfassenden Gegenstand richten. Nicht nur unseren Ideengang anzuzeigen, sondern um sie stets vor Augen zu haben, wollen wir die Hauptphänomene der täglichen Bewegung hier noch zusammenstellen.

a) Die ununterbrochene Bewegung der Himmelssphäre ist sichtbar, sie ist für Jedermann deutlich wahrnehmbar. Die Bewegung ist eine drehende, an welcher der Gesammtinhalt des Himmels Theil nimmt: ihre Richtung ist unveränderlich dieselbe. Die drehende Bewegung geht augenscheinlich auf einer Axe vor und die Sterne beschreiben Kreise verschiedener Grösse, welche zu einander parallel und senkrecht auf die Axe sind. Das Phänomen deutet somit an, dass die Erde sich auf einer Axe drehet, in einer der Himmelsbewegung entgegengesetzten Richtung. Es deutet an, dass die geometrische Erde auf die Himmelshohlkugel projicirt ist, welche nun, wie ein Spiegel, alle ihre Bewegungen reflectirt.

Die Dauer einer Umdrehung der Himmelssphäre, die Zeit, in welcher z. B. ein Stern 360 Grade eines Kreises beschreibt, ist der Sterntag: diese Dauer ist unveränderlich, immer dieselbe, daher wurde sie als Zeiteinheit angenommen, welche die Grundlage aller anderen Zeitperioden sein soll. Aus diesem Phänomen, ohne Zweifel durch seine exceptionelle Regelmässigkeit verleitet, hat man geschlossen, dass die Dauer einer Erdumdrehung der Sterntag ist.

b) Die Himmelssphäre beschreibt aber an einem gewöhnlichen Tage, welcher für uns der Sonnentag ist, mehr als 360 Grade, also mehr als einen Kreis. Es ist ein allbekanntes Phänomen, welches — ebenfalls permanent — den Menschen nie entgehen konnte, dass mit den auf einander folgenden Abenden immer neue Sterne aufgehen, so dass im Laufe des Jahres die ganze Himmelssphäre stufenweise aufzugehen scheint. Die 12 Zeichen des Thierkreises z. B. erscheinen nach und nach in ihrer Reihenfolge mit den auf einander folgenden Monaten.

Das Bogenstück, das „mehr über 360 Grade“ der tägliche Ueberschuss zeigt, gibt sich mit der grössten Genauigkeit; es ist Tag für Tag dasselbe und macht während der Jahresdauer genau 360^0 aus. Der Effect dieses Phänomens ist nun, dass die Himmelssphäre nebst und über ihre tägliche Umdrehung während des Jahres noch eine Umdrehung macht, folglich um einen Kreis mehr beschreibt als Tage im Jahre sind. Hieraus hat man nun gefolgert, dass in einem Jahre die Erde 366 mal sich um ihre Axe dreht. Aus dieser Folgerung geht aber klar hervor, dass man an die Translation der Erde gar nicht dachte, welche gleichfalls aus dem Beschreiben eines Kreises besteht und welche durch das Phänomen des Bogenüberschusses deutlich angezeigt ist. Hätte man dieses

Phänomen studiert, so würde man nach reiflicher Ueberlegung gesagt haben: „entweder ist die Rotationsdauer länger als der Sterntag, oder es bewegt sich die Erde im Sinne ihrer Axendrehung und beschreibt im Raume den Bogen eines Kreises, der gleich ist dem von der Himmelssphäre täglich beschriebenen Bogenüberschusse.“ In Folge unserer Studien werden wir sehen, dass die beiden supponirten Fälle identisch sind und in der Wirklichkeit zugleich stattfinden, was um so natürlicher ist, als die beiden Bewegungen der Erde in einer untrennbaren Verbindung sind und zugleich stattfinden.

c) Der Bogenüberschuss wurde die Beschleunigung (acceleration) der Fixsterne genannt. Diese Benennung ist aus den neueren Werken über Astronomie verschwunden und an ihre Stelle wurde die Verspätung (retardation oder rectascension) der Sonne gesetzt. Dieser Bogen aber ist erstens die Differenz zwischen dem mittleren und dem Sterntag, wenn derselbe in Zeit verwandelt wird; zweitens ist er der wirkliche Tagbogen, welchen die Erde an Translation beschreibt; so wie die Zeitdifferenz in einem Jahre genau zu 24 Stunden heranwächst, so ist die Summe aller Tagbogen während der Revolutionsdauer 360^0.

Aus diesem Grundphänomen gehen folgende Lehren hervor:

1. Die tägliche und jährliche Bewegung der Himmelssphäre ist die Abspiegelung der täglichen und jährlichen Bewegung der Erde. Sowie die erstere in einer und derselben Richtung vorgeht, so sind Rotation und Translation der Erde in demselben Sinne. Da der mittlere Tag der durch die Acceleration vergrösserte Sterntag ist, so ist seine Dauer durch das Phänomen genau angegeben.

2. Für den Planeten „Erde“ ist die Zeiteinheit nicht der Sterntag, sondern der mittlere Sonnentag. Den directen Beweis hiezu liefert — vielleicht ihrer unbewusst — die practische, die rechnende Astronomie selbst. Diese kann die Sternzeit nicht anwenden — die Sternuhr dient nur zur Beobachtung der Sterne — alle ihre Zeitbestimmungen basiren sich auf den mittleren Tag.

3. Der Sterntag kann nicht die Dauer einer Rotation sein. Die 360^0, welche ein Stern durchläuft, sind nicht jene 360^0, welche ein Punct der Erdoberfläche durch die Rotation beschreibt; dieser letztere Kreis ist genau um so viel grösser, als die mittlere Zeit die Sternzeit an Dauer übertrifft. Dass Zeit und Bogen als gleichnamig angenommen sind, ist selbstverständlich.

Die Frage der Rotationsdauer, welche wir später in ihrem Detail aufnehmen werden, ist der Einfachheit des Phänomens wegen ganz geeignet, Täuschungen im Urtheile zu veranlassen, wenn man sich nicht die Mühe nimmt, selbe bis in ihre letzte Consequenz zu verfolgen.

4. Die Erde bewegt sich — in ihrer Bahn — mit einer gleichförmigen Geschwindigkeit, sei diese angular oder absolut. Die Acceleration der Fixsterne ist der Tagbogen der Erde. Ist die erstere unveränderlich, so muss die letztere ebenfalls unveränderlich sein. Hieraus folgt, dass die scheinbar variablen Tagbogen und die aus diesen gefolgerten variablen Geschwindigkeiten der Sonne in der Ecliptik auf die Erde nicht übertragen werden können, und dass somit ihre Erklärung nicht in der bisher vorgestellten Erdbewegung, sondern in anderen Ursachen zu suchen ist. Der innige Zusammenhang der veränderlichen Sonnenbewegung mit ihrem variablen Durchmesser wird zur Aufklärung dieser Frage führen, und wir werden sehen, dass die Hauptursache des Phänomens die Perspective ist.

5. Die Erde beschreibt hiermit in gleichen Zeiten gleiche Bogen; gleiche Räume bedingen gleiche Geschwindigkeiten; aus diesem constanten Verhältnisse folgt unmittelbar, dass die Curve, welche die Erde im Raume beschreibt, nothwendigerweise in allen ihren Theilen dieselbe Krümmung haben müsse. Ueberlegt man diese Thatsache, so erscheint die Ellipse als ein Traum, als ein Trugbild, als eine Verblendung (Hallucination).

d) Die Sonne nimmt an der täglichen Bewegung Theil und beschreibt einen täglichen Kreis in derselben Richtung, in welcher sich die Himmelssphäre dreht. Die Sonne bleibt zurück und entfernt sich von demselben Stern täglich mehr und mehr, so dass sie während des Jahres einen Kreis zu beschreiben scheint im entgegengesetzten Sinne der täglichen Bewegung: sie scheint sich in gleicher Richtung mit der Erde zu bewegen. Dies ist eines jener Phänomene, welche gar nicht verstanden sind und welche die Theorie nicht begreift.

In den Büchern ist die Doppelbewegung der Sonne so vorgetragen, als würde sie nebst ihrem täglichen Auf- und Untergange jährlich einen grossen Himmelskreis beschreiben, die Ecliptik, welche um die Erde herum ist.

Vergebens sucht man sich über das Wesen der Sonnenrectascension Aufklärung zu verschaffen; der eine Autor z. B. sagt, „es ist ganz natürlich, dass die Sonne später als die Sterne in dem Meridian erscheint," der andere meint, „die Sonne kommt darum später in den Meridian, weil ihre Rectascension täglich zunimmt." Dem ersteren kann man auf sein Wort glauben, dass im Himmel nichts „unnatürlich" zugeht, der letztere beweist es sehr fasslich, „dass die Sonne darum später in den Meridian kommt, weil sie nicht früher dahin gelangt," warum aber die Rectascension täglich zunimmt? das ist — sein Geheimniss.

Wir wiederholen es, und nie möge der Student es vergessen, dass die practische Astronomie sich unausweichlich an die scheinbaren Phänomene halten muss, die Theorie aber, welche das „Warum" der Phänomene zu erklären sucht, auf die Realität übergeht. Wenn nun die practische Astronomie Sonnencoordinaten, Rectascension und Declination aufstellt, so kann deswegen die Theorie nicht sagen, dass die fixe Sonne sich verspätet oder eine retrograde Bewegung macht, sondern sie ist gehalten, alle Erscheinungen der Sonnenbewegung aus der Erdbewegung direct abzuleiten.

Wenn wir nun sagen, dass die Sonne an der täglichen Bewegung der Himmelssphäre participirt, nicht aber an der Acceleration der Fixsterne, so will dies weder heissen, dass die Sonne hinter den Sternen zurückbleibt, noch dass sie in Bezug auf die Sterne sich retrograd bewegt im Sinne der Rotation; das Phänomen hat eine viel höhere Bedeutung.

Der Kreis, welchen die Sonne täglich beschreibt und welcher auf einem grossen Theile der Erdoberfläche sichtbar ist, ist grösser als der von einem Sterne beschriebene. Das heisst, die 360 Grade des Sonnentageskreises enthalten sowohl die von den Sternen durchgelaufenen 360 Grade als auch den Zuschuss der Acceleration. Während der Zeit, als die Sonne 360^0 beschreibt, durchlaufen somit die Sterne 360^0 plus der Acceleration. Dies will aber sagen, dass dem Sonnenkreise die mittlere Zeit, dem Sternkreise aber die Sternzeit entspricht. Aus diesem Umstande folgt somit von selbst, dass die Rotationsdauer der Erde der mittlere Tag ist.

e) Wie wir gesehen haben, ist die Acceleration der Tagbogen der Erde in Translation. Nimmt nun die Sonne keinen Theil an der Acceleration, so folgt alsogleich, dass sie an der täglichen Bewegung der Erde in ihrer Bahn ebenfalls keinen Theil nimmt. Hieraus aber muss man schliessen, dass die jährliche Bewegung der Erde, welche das Phänomen der jährlichen Umdrehung der Himmelssphäre sowohl, als den scheinbaren jährlichen Sonnenkreis hervorbringt, nicht „um die Sonne" stattfindet, sondern dass die Erde permanent in der Gegenwart der Sonne bleibt, während sie in Bezug auf den Sternenhimmel einen Kreis beschreibt; was auch der Umstand noch näher bezeichnet, dass die Sonne scheinbar in gleicher Richtung mit der Erde sich bewegt.

Dieser Schluss muss die heutige Theorie um so mehr überraschen, als er die Configuration des Sonnensystems nach Copernik gänzlich umstosst, und der Erde eine ungekannte, gar nicht geahnte Stellung im Raume anweist. In der That, wenn wir von den

Variationen des Mittags abstrahiren, so ist die Rectascension der Sonne nichts anderes als die Acceleration der Fixsterne, was man auch Sternzeit nennt; da diese wieder nur der Tagbogen der Erde ist, so ist es auch gleich, welcher immer dieser drei identischen Grössen man den Vorzug gibt, welches immer von den drei Dingen: Himmelssphäre, Sonne oder Erde man in Bewegung versetzt, indem nur eine Bewegung da ist, welche von den beiden anderen repräsentirt oder nachgebildet wird. Würde die Erdbewegung in Translation einen gleichartigen Effect auf Sterne und Sonne ausüben, sowie dies der Fall mit der Rotationsbewegung ist, so müsste auch die jährliche Bewegung der Sonne in derselben Richtung vorgehen, in welcher jene der Himmelssphäre, in welcher die tägliche Bewegung vorgeht.

f) Das wichtigste unter den hier aufgezählten Phänomenen ist die Declination der Sonne. Das System und die Theorie glauben, dass die der Erdbahn zugeschriebene Neigung gegen den Himmelsäquator hinlänglich ist, dieses Phänomen zu erklären, welches aber in der That nicht nur nicht erklärt wird, sondern mit der Fixität der Sonne und mit der geschlossenen Erdbahn ganz unbegreiflich ist.

Die Variationen des Mittags sind in enger Verbindung mit der Declination, sie werden beide zugleich zum Verständnisse gelangen. Bei Gelegenheit der Beobachtungen haben wir einer dritten Bewegung der Erde erwähnt; diese Frage wird sich in der Folge aufklären. Es ist jedoch nicht zu verkennen, dass die Declination der Sonne ernstlich studiert, das meiste beitragen müsse, um die wahrscheinliche Bewegung der Erde — den eigentlichen Gegenstand unserer Studien — herauszufinden.

g) Das Phänomen der veränderlichen Sonnendurchmesser hat zu dem gewagten Schlusse geführt, dass die Erde während ihrer Revolution in verschiedene Entfernungen von der Sonne kommt. Keine Beobachtung berechtiget zu diesem Schlusse, und bleibt man sowohl den aufgestellten Grundsätzen der Mechanik, als auch den Fundamentalbegriffen über die Natur der Dinge treu, so kann man die Möglichkeit nicht zugeben, dass die Erde abwechselnd, einmal der Sonne sich nähert, dann sich aber wieder von ihr entfernt.

Diese wichtig scheinende Frage der veränderlichen Distanzen kann in kurzer Zeit durch die Meridianbeobachtungen der Sonne am Aequator ihre vollkommene Lösung erhalten und auch jene überzeugen, die aus den bisherigen bekannten Beobachtungen sich keine Aufklärung darüber verschaffen können. Es wird sich ohne Zweifel bestätigen, dass am Aequator der Sonnenhalbmesser in den Grenzen der 47° Declination, oder Höhe zwischen 66°33 und 90°

sich nicht bedeutend ändert; hieraus wird man dann den Schluss ziehen können, dass die Ursache der variablen Diameter vorerst in der geographischen Lage des Beobachters zu suchen ist.

h) Viel wichtiger aber wird der Schluss sein, dass die Erde von der Sonne immer in derselben Entfernung bleibt und es daher keine variablen Distanzen gibt. Die Theorie stellt eine mittlere Entfernung der Sonne auf; sie wird die Einzige suchen müssen, welche in der That da ist, und wenn diese von dem Sonnendurchmesser abhängt, so wird die grösst möglichste Entfernung die allein wahre sein. Wir bemerken hier, dass die mittlere Entfernung der Sonne in den Büchern mit 38,230496 Meilen steht; ist der wahre Durchmesser der Sonne 31′30″ oder noch weniger, so wird die Sonnenferne nahe mit einer Million Meilen grösser werden.

DIE JAHRESZEITEN UND DIE SONNE.

[15.] Es erregt Heiterkeit, mit welch unstörbarer Ruhe und unerschütterlicher Festigkeit die Theorie in den Büchern und in den Schulen lehrt, dass es im Winter ist, wenn die Erde sich am nächsten zur Sonne befindet, wo diese zugleich das Maximum ihrer Geschwindigkeit sowohl als auch ihres Durchmessers erlangt, und dass im Gegentheil Geschwindigkeit und Diameter im Sommer ihr Minimum erreichen, wo zugleich die Entfernung der Sonne die grösste ist. Mit einiger Ueberlegung hätte man entdecken können, dass die Theorie alsogleich, schon bei ihrer Geburt erstickt, sobald sie mit den Jahreszeiten in Verbindung gebracht wird.

Wir können sagen, dass die Jahreszeiten, die Climate, so wie die Tageslängen — wie diese auf der Erdoberfläche vertheilt sind — von dem auf dieser Oberfläche erzeugten Licht und Wärme abhängen, so wie diese wieder nach der Lage des Erdsphäroids gegen die Sonne sich erzeugen, mit der Astronomie nichts gemein haben, während diese sich mit der Himmelsmechanik befasst. In der That, beseitigen wir im Gedanken diese Wärme und die Erde wird nicht minder ihren Planetenstand erhalten, und keine ihrer Eigenschaften als Weltkörper verlieren. Von der anderen Seite ist das Phänomen der Jahreszeiten im innigen Verband mit der Erdbewegung, von welcher ihre Lage gegen die Sonne abhängt; daher kann das nähere Studium der Jahreszeiten — gleich mit der Beleuchtung der Erdhemisphäre — über die Natur der Erdbewegung und ihrer Lage während ihrer Revolution Aufschluss geben.

Die eine Hälfte der Erdkugel ist beständig beleuchtet; es ist klar genug dass, würde die Erde immer dieselbe ihre Hemisphäre der Sonne zuwenden, so wie dies beim Monde in Bezug auf die

Erde vorausgesetzt wird, so würde es keine Jahreszeiten, keinen Wechsel in den Climaten geben, keine Aenderung in den Tageslängen stattfinden, denn auf alle diese übt die Rotation keinen Einfluss aus. Es muss demnach die Erdsphäre nach und nach den Veränderungen entsprechende Lagen annehmen.

Wenn nun die Theorie — von den Wirkungen auf die Ursachen übergehend — die Bewegungen und Stellungen der Erde a priori aus den Jahreszeiten erklären will, wenn sie die Sonnenfernen mit ihnen in Verbindung bringt, wohl wissend dass auf der Erdoberfläche bedeutende Theile ohne Jahreszeiten sind, so tritt sie aus der Allgemeinheit heraus, sie vergisst den wesentlichen Character der Wissenschaft, sie specialisirt und macht eine Regionalastronomie. Auf diese Art entstehen dann so viele Astronomien als es Länder oder — Kalender gibt.

Selbst ohne die geringste Kenntniss der Erdbewegung weiss es Jedermann, dass die Climate, die Jahreszeiten und die Tageslängen so auf der Erde vertheilt sind, dass ihre Verschiedenheit zugleich besteht, und nur fühlbar wird, wenn die beobachteten Phänomene mit der geographischen Lage verglichen werden.

Ein Beispiel wird hinreichen zu zeigen, welche Folgen eine Specialtheorie, eine auf die Jahreszeiten gegründete Theorie nach sich ziehet?

Stellen wir uns vor dass zwei Beobachter A und B (austral und boreal) auf den beiden Erdhälften die Bewegung der Sonne ein ganzes Jahr hindurch beobachten. Nehmen wir an, dass ihre geographische Länge $= 0$ und ihre gleichnamige aber im Zeichen entgegengesetzte Polhöhe $= 50^0$ ist. Sie haben somit denselben Meridian, ihre Uhren zeigen dieselbe Zeit an, sie können die Phänomene in demselben Moment zugleich oder gleichzeitig beobachten.

Die Sonne ist im Aequator in einem der Nachtgleichenpuncte. Wir wissen, dass die Phänomene dieselben sind für beide Beobachter, jedem von ihnen aber sich umgekehrt zeigen. Ist nun das Equinoctium für A im Herbst, so ist es für B im Frühjahr. Sie haben somit verkehrte Kalender, welche von einander ein halbes Jahr abstehen.

Von diesem Punct aus bewegt sich die Sonne gegen Norden; somit ist es entschieden, dass B den 21. März und A den 23. September seine Beobachtungen beginnt, woraus dann alsogleich folgt, dass diese zwei, ein halbes Jahr von einander entfernte Epochen in demselben Augenblick statt haben. Die Sonne erhebt sich für B Tag für Tag immer mehr und mehr, für A senkt sie sich in demselben Verhältniss; ihr Durchmesser nimmt für B ab und nimmt für A zu; ihr Tagbogen vermindert sich für B und vergrössert sich für A etc. Nach 91 Tagen erreicht die Sonne das Maximum ihrer

nördlichen Declination von $23^0 27'$, es ist Solstitium, hoher Sommer für *B*, tiefer Winter für *A*.

Die Resultate der Beobachtungen, welche sich auf diesen Punct beziehen, sind folgende:

Für *B*.	Für *A*.
21. Juni Sommer-Solstiz	22. Dec. Winter-Solstiz
Sonnendeclination $+ 23^0 27'$	„ „ $- 23^0 27'$
Sonnenhöhe maximum $63^0 27'$	minimum $16^0 33'$
Sonnendurchmesser minimum $31' 31''$	maximum $32' 34''$
Sonnentagbogen minimum $57' 11''$	maximum $1^0 1'$
Tageslänge maximum $16^h 9'$	minimum $8^h 4'$
Sonnenferne 38,964200 Meilen	37,713080 Meilen.

Von diesem Tage an, an welchem die Sonne sich ausruhet, bewegt sie sich gegen Süden genau in derselben aber umgekehrten Ordnung, bis sie nach anderen 91 Tagen abermals im Aequator glücklich ankommt. Es ist selbstverständlich, dass alles das, was für *B* während dieser Zeit Zu- oder Abnahme ist, für *A* Ab- oder Zunahme wird: die Folge davon ist, dass die Sonne im Aequator, alle Resultate der Beobachtungen beider, genau gleich und dieselben sind.

Mit Berücksichtigung, dass im Kalender von *B* der 23. September und Herbst steht, in jenem des *A* der 21. März und Frühling, sind die erhaltenen Resultate folgende:

Sonnendeclination = 0
Sonnenhöhe = 40^0
Sonnendurchmesser = $32' 2''$
Tagbogen = $58' 54''$
Tageslänge 12 Stunden
Sonnenferne = 38,338640 Meilen.

Setzen wir den Fall, dass an diesem Tage die beiden Beobachter ihre Sternwarten austauschen, ihre Kalender aber mit sich nehmen. Was werden sie während der zweiten Hälfte des Jahres beobachten? Genau dasselbe, was sie in der ersten Hälfte schon gesehen haben; welche Schlüsse werden sie aus der Gleichheit der Phänomene ziehen, welche zweimal im Jahre dieselben sind? Vor allem werden sie — wie natürlich — bemerken, dass das Jahr aus zwei Jahreszeiten bestehet. Ein kleiner wissenschaftlicher Disput wird unausweichlich; *B* behauptet steif und fest, dass das Jahr aus zwei Frühlingen und zwei Sommern componirt ist, wo hingegen *A* auf seine Götter schwört, dass das Jahr aus zwei Herbsten und zwei Wintern besteht, welche von 3 zu 3 Monaten abwechselnd auf einander folgen. Haben sie nicht beide Recht und zugleich Unrecht? Dies kommt nun im Leben so häufig vor!

Da indessen die Beobachter ihre Stellen in der Regel nicht austauschen, so setzen auch unsere ihre Beobachtungen fort, und jeder von ihnen sieht in der zweiten Hälfte des Jahres genau dasselbe, was der Andere im ersten Halbjahre gesehen hat, und ihre erhaltenen Resultate sind — umgekehrt — dieselben, wie jene der ersten Sonnenwende.

Da nun die Phänomene regelmässig nach dem Kalender eines Jeden vorgehen, so ist es klar, dass sie gleiche Schlüsse machen. Der südliche Beobachter wird demnach eben so wie sein borealer College derselben Theorie huldigen und sagen, „die grösste Geschwindigkeit und der grösste Diameter der Sonne sind im Winter, ihre grösste Entfernung und kleinste Geschwindigkeit aber im Sommer.“ Aphelien und Perihelien sind für beide umgekehrt wie ihre Kalender.

Indem die entgegengesetzten Jahreszeiten in demselben Augenblicke eintreten, so folgt aus diesen Beobachtungen, in voller Uebereinstimmung mit der Theorie, dass eben so und in demselben Moment und zugleich 1. die Erde sich in beiden Brennpuncten der Sonnenellipse befindet, somit die Sonne zugleich in der Perigée und Apogée ist. 2. Erscheint die Sonne zu gleicher Zeit in beiden Nachtgleichen, so wie sie in demselben Augenblicke in beide Solstitiumpuncte tritt. 3. Dass das Maximum und Minimum ihrer Geschwindigkeit zugleich statt findet, so wie ihr Diameter gleichzeitig der grösste und der kleinste ist, woraus evident folgt, dass 4. die Erde sich zugleich im Perihel und Aphel befindet, oder mit andern Worten, die Entfernung der Sonne von der Erde beiläufig um 1 Million und 200 Tausend Meilen zugleich grösser und kleiner ist.

So haben die Jahreszeiten — aus Dankbarkeit — die Theorie sammt ihren Variablen ganz einfach exterminirt.

Wenn wir nun sagen, dass die Jahreszeiten, die Climate und die Tageslängen in enger Verbindung, durch das stufenweise Ab- und Zuwenden der Erdsphäre zur Sonne erzeugt werden, und dass dieses Zu- und Wegneigen die Folge der von der Erde jährlich beschriebenen Curve ist, so wird die heutige Theorie nicht ermangeln, zu ihrer Thesis (Moutons) zurückzukommen und zu sagen: „Wohlan, diese Ab- und Zuneigung ist ja die Neigung der Ecliptik zum Aequator, sie ist ja die Neigung der Erdaxe zur Ebene der Ecliptik, und Alles erklärt sich mit der grössten Leichtigkeit.“ Hierauf aber bemerken wir, dass die Theorie zu vergessen scheint, dass sie — den leichten Erklärungen zuliebe — der Erde eine unmögliche Bewegung zugewiesen hat. Sie musste die Rotation und die Translation in zwei verschiedenen Richtungen durch die Erde bewerkstelligen lassen: sie musste die Erde in ihrer Bahn

rücklings gehen machen; die Theorie scheint überhaupt nicht zu bemerken, dass sie sich in süssen Träumen wiegt.

Aus den Phänomenen der Jahreszeiten kann man sich über Licht und Wärme nützliche Kenntnisse holen, nicht aber über Entfernung und Bewegung der Sonne, welche für die Theorie variabel sind. Wir bemerken wiederholt, dass, wenn es durch die Beobachtungen erwiesen ist — so wie dies in der That der Fall ist — dass die Sonne in demselben Moment verschiedene Durchmesser und Tagbogen zeigt, so ist es nicht mehr möglich, rationell zu schliessen, dass ihre Entfernung und Geschwindigkeit variabel ist. Was sich von der Sonne versteht, bezieht sich um so mehr auch auf den Mond, als dieser — seiner Nähe wegen — den verschieden situirten Beobachtern selbst verschiedene Phasen zeigt.

Ist nun die einzige Stütze der Theorie gefallen, so bleiben die veränderlichen Entfernungen und Geschwindigkeiten das exclusive Eigenthum der Einbildung.

Es ist deutlich, wenn wir z. B. annehmen, dass vom Aequator angefangen auf demselben Meridian und auf jedem Grade der Polhöhe ein Beobachter ist, dass die im Zenith sich befindende Sonne in Höhen von 90^0 bis 0 sich für die Beobachter zeigen wird, die von 0 bis 90^0 Breite sich aufstellen: und dass für die Beobachter, welche von 24^0 an grössere Polhöhen haben, die Sonne ein halbes Jahr hindurch ununterbrochen bei 47^0 steigt, um in der andern Hälfte des Jahres eben so viel zu fallen. Diese haben somit einen Spielraum für die Variationen der Tagbogen und der Durchmesser.

Wir haben bemerkt, dass der Schluss aus diesen Veränderlichen ein gewagter ist; dies wird aus einem einfachen Beispiel ersichtlich. Jeder Unterschied einer Secunde im Sonnendurchmesser gibt den Unterschied der Sonnenferne im Mittel — von 20400 Meilen. Anfangs Januar 1865 ist der Sonnendurchmesser für den Meridian von Greenwich 32′ 36″ 4 und nach dem Berliner Jahrbuch 32′ 34″ 56; die Differenz dieser beiden Zahlen von 1″ 84 sagt, dass Anfangs 1865 die Sonne um 37536 Meilen entfernter ist von dem Berliner Meridian als von dem Londoner. Der Breitenunterschied beider Städte ist etwas über einen Grad.

Wir müssen schliesslich bemerken, dass die Theorie nicht consequent ist, denn mit den variablen Entfernungen und Geschwindigkeiten hätte sie auch variable Excentricitäten und variable Umlaufszeiten aufstellen sollen. Die Tagbogen sind umgekehrt wie die Umlaufszeiten, man kann somit direct auf die veränderlichen Revolutionen der Erde schliessen. So entspricht dem Maximum des Tagbogens von 3670″ 1 das Minimum der Umlaufszeit und das kürzeste Jahr ist 353·124 Tage; aus dem Minimum des Tag-

bogens von 3434″38 folgt das längste Jahr von 377·360 Tagen, und aus beiden erscheint das „mittlere Jahr“ von 365·242 Tagen.

Das Finale der Theorie ist, dass Jedermann auf Erden seine eigenen 4 astronomischen Dinge hat, welche für keinen Andern mehr passen: diese sind seine Sonnenferne, ad personam; seine Sonnengeschwindigkeit in der Ecliptik; seine Excentricität der Ellipse und seine Jahresdauer.

DIE HAUPTPHÄNOMENE DER BEWEGUNG UND DAS SYSTEM.

[16.] Wir können nun übergehen auf die nähere Betrachtung des Systems von Copernik und der — mit demselben in Verbindung gebrachten — Gesetze Kepler's und Newton's; zugleich werden wir jenen Ideen begegnen, welche man sich über die Mechanik des Himmels gemacht hat.

Capitalaxiom: „So wie alle Planeten, bewegt sich auch die Erde in einer geschlossenen Ellipse, deren Ebene durch den Mittelpunct der Sonne geht, die den einen Brennpunct der Ellipse einnimmt.“

Die Voraussetzung, dass die Erde um den Mittelpunct der Sonne kreiset, enthält für die Theorie unübersteigliche Hindernisse; sie hat in den Ideen ein Chaos hervorgebracht. Wir haben gesehen, dass diese Supposition nicht auf Beobachtungen beruht, da eine Beobachtung in dieser Beziehung auch unmöglich zu machen ist: um sie aufrecht zu halten, blieb nichts übrig, als aus einer Supposition in die andere zu fallen und auf diese Art die disparaten, unzusammenhängenden Ideen aufzuhäufen.

Die theoretischen Untersuchungen beruhen in der That auf einem unbeweglichen Mittelpunct der Attraction, und auf einer Bewegung in einer gleichfalls fixen, unabänderlichen Ebene; aber die ununterbrochene Action einer Centralkraft erlaubt weder eine kreisförmige Bewegung in einer Ebene, noch eine geschlossene Figur, sie wird aber den Weltkörper zwingen, eine immer mehr und mehr gedrängte Spirale zu beschreiben, um endlich in den fixen Punct zu stürzen.

Man musste nun auf ein Mittel denken, dies zu verhindern, und fand es in der Centrifugalkraft, welche die Alten schon voraussetzten, und wir begegnen dem gespannten Faden (Fil tendu) überall, dessen sich auch die grössten Geister bedienen. So sagt z. B. Laplace:

„Die Anstrengung eines Punctes, um den Faden zu spannen „und sich vom Centrum zu entfernen, ist die Centrifugalkraft. Sie „ist gleich der Geschwindigkeit getheilt durch den Halbmesser.

„Ein an einen Faden befestigter schwerer Körper, der sich hori-„zontal in einer Ebene bewegt, spannt den Faden mit derselben „Kraft, als wäre er senkrecht aufgehangen etc., vorausgesetzt, dass „er auf dieser Ebene sich mit jener Geschwindigkeit bewegt, welche „er erlangen würde, wenn er von einer Höhe fiele, die gleich der „halben Länge des Fadens ist“ (Méc. céleste I. p. 24). Weiter sagt Laplace: „Die Centrifugalkraft ist gleich dem *Quadrate* der „Geschwindigkeit eines Weltkörpers, getheilt durch den Halb-„messer, sie ist aber gleich und entgegengesetzt der Anziehungs-„kraft der Sonne, das heisst ihrer Masse, getheilt durch das Qua-„drat der Entfernung“ (Méc. céleste IV. p. 322).

„Nach der Theorie von Huygens ist die Centrifugalkraft eines „sich im Kreise bewegenden Körpers gleich dem Quadrate der „Geschwindigkeit, getheilt durch den Halbmesser; sie ist demnach „für einen Planeten umgekehrt wie das Quadrat der Sonnenferne: „diese Kraft muss aber in jedem Augenblicke balancirt werden „durch die Neigung des Planeten gegen die Sonne, damit die Bahn „kreisförmig bleibe etc.“ (Méc. céleste V. p. 295.)

In Folge dieser Theoreme ist die Centrifugalkraft nicht — wie die Attraction — der Materie innewohnend, sie wird durch den gespannten Faden erzeugt; sie hat aber alle Eigenschaften der Attraction, woraus folgt, dass sie als Gegentheil oder Gegensatz der Anziehung das Entgegengesetzte machen muss; sie ist somit die Repulsion selbst.

[17.] Durch die Annahme der Centrifugalkraft hat man die Ideen über die „Anziehungskraft“ gänzlich vernichtet. Es gibt keine Neigung mehr „sich zu nähern,“ weder für die Weltkörper noch für ihre Moleculen; es gibt keine Gravitation der Systeme mehr, alles ist paralysirt durch die Neigung zu einer Entfernung, zu einer Zerstreuung im Raume und zwar in das Unendliche durch die Universalneigung aller Weltkörper, sich von einander zu entfernen.

Sich aber zwei gleiche Kräfte entgegensetzen heisst, sie beide zugleich vernichten und ein Gleichgewicht herstellen, mit welchem alsogleich anzufangen man wohl gethan hätte. In der That, wenn es weder Attraction noch Repulsion gibt, weder Anziehungs- noch Centrifugalkraft, welche nichts anderes zu thun haben, als sich gegenseitig zu annulliren, was wird z. B. die Erde machen? Wird sie nicht ihren gewohnten Weg ruhig fortsetzen?

Durch die Idee des Dualismus der zwei gleichen Kräfte hat man zugleich einen ununterbrochenen Zweikampf zwischen denselben begründet und sagt, dass, wenn die eine oder die andere nachlässt oder sich abschwächt, so muss die Erde entweder in die Sonne fallen oder sich von ihr für immer entfernen. Nachdem man die veränderlichen Geschwindigkeiten und Entfernungen aufge-

stellt hat, musste man sich einbilden, dass das einemal die Attraction, das anderemal die Centrifugalkraft die Oberhand gewinnt und man ist so zu recht unterhaltlichen Resultaten gelangt; so ist es z. B. im Winter, dass die Attraction zu ihrer vollen Kraft gelangt und die Centrifugalkraft zurückschlägt, während sie im Sommer ganz matt wird, um den Sieg der Centrifugalkraft leichter zu machen, welche die Hitze besser erträgt. Diese Empfindlichkeit der beiden „Weltkräfte" für oder gegen die Temperatur erinnert uns an die Idee, welche sich Newton von der Mondesbahn gemacht hat. Laplace erzählt:

„Newton bemerkt, dass die Mondesbahn sich im Perihel aus-
„dehnt durch die Wirkung der Sonne und im Aphel sich zusam-
„menzieht wegen der Verminderung dieser Wirkung, und dass der
„Mond in einer ausgedehnten Bahn sich langsamer bewegen muss,
„folglich seine Bewegung sich verspätet, wenn die Sonne der Erde
„am nächsten ist; sich dagegen beschleunigt, wenn dieses Gestirn
„entfernter ist, woraus für die Mondesbewegung eine jährliche Un-
„gleichheit entsteht, deren Zeichen jenem der Sonne entgegen-
„gesetzt ist, und er findet dafür einen Werth, welcher mit den
„Beobachtungen stimmt. Aber nur die Analyse allein kann zur
„genauen Bestimmung aller Mondesungleichheiten führen; obwohl
„die Resultate Newton's unvollständig sind, genügen sie doch um
„aufzustellen, dass die Attraction der Sonne auf den Mond und
„auf die Erde die wahre Ursache der Anomalien der Mondes-
„bewegung ist" (Méc. céleste V. p. 353).

Wendet man die Ansicht Newton's auf die Erde an, so findet man, dass für diesen Weltkörper die Dinge verkehrt vorgehen. Durch ihre Nähe in der Perigée zieht die Sonnenwärme die Erdbahn zusammen und dehnt sie in ihrer fernen Apogée aus. Dies muss nun natürlich so geschehen, da die grösste Wärme der Sonne im Winter eintritt, die kleinste in den — Hundstagen, was mit der Beobachtung vollkommen übereinstimmt. Man weiss übrigens, dass auch die Wärme den Quadraten der Entfernung reciproque ist. Aus dieser Ansicht kann sich die nähere Kenntniss entwickeln über die Natur der Stoffe, aus welchen die Bahnen gemacht sind; da die Mondesbahn sich in der Wärme ausdehnt, die Erdbahn aber zusammenzieht, so folgt schon a priori dass sie aus entgegengesetzten Stoffen bestehen. Uebrigens scheint Laplace sich in diese wichtige Frage nicht einlassen zu wollen, denn er sagt ausdrücklich, dass es die Sonnenanziehung ist, welche alle Anomalien hervorbringt, und es ist auch klar, dass sich die Attraction leichter als die Wärme der Analyse unterwirft.

Wir bemerken, dass, wenn man, um zu beweisen, dass die Erde „um den Mittelpunct der Sonne kreiset" kein anderes Mittel kennt

als die Intervention der Centrifugalkraft, so hat man schon den Beweis geliefert, dass sie sich nicht auf diese Art bewegt, weil sie nicht an einen gespannten Faden angehängt ist; was man aber noch besser bewiesen hat, das ist die Unmöglichkeit der Ellipse, mit welcher die Centrifugalkraft — mit dem Kreise verehlicht — sich gar nicht einlässt. Mit der Schleuder kann man den Stein nicht in die „elliptische Bewegung“ versetzen; der gespannte Faden kann sich nimmermehr verkürzen, somit kann auch die Sonne der Erde sich nicht nähern; der Faden aber kann sich zu einer unbestimmten Länge ausdehnen und somit die Sonne sich von der Erde entfernen: wenn aber der Faden endlich reisst, so wird die Erde in den Raum geschleudert, damit sie dort — ihrer Neigung nach — in der Richtung ihrer Tangente — wie man sagt — in gerader Linie ihren Weg fortsetzen könne.

J. Herschel sagt in seiner Astronomie (p. 235) „dass man eine Schleuder mit verschiedenen Geschwindigkeiten schwingen kann;“ wird diese Geschwindigkeit zu gross, so reisst der Faden; es handelt sich daher um jene „begrenzende Geschwindigkeit,“ bei welcher der Stein in der Schleuder den ebenen Kreis beschreiben könne, diese Schleuder ist nach Laplace „die Geschwindigkeit getheilt durch den Halbmesser.“ Herschel berechnet — nach den Principien der Mechanik — dass eine solche Schleuder im Mittelpuncte der Erde geschwungen, auf ihrer Oberfläche den Kreis in 83′22″ beschreibt, und ist der Mond in der Schleuder, so wird seine siderische Revolution $10^h 45' 30''$; da nun die wirkliche Periode des Mondes $27'7^h 43'$ ist, so folgt, dass der Mond beiläufig 60mal langsamer sich bewegt, woraus man mit Evidenz schliessen kann, dass die Attraction der Erde auf den Mond 3600mal geringer ist, als auf den Stein in der Schleuder.

Die Centrifugalkraft — als Kraft — existirt in der Natur nicht, sie ist eine eingebildete Kraft. Die Neigung eines im Kreise schnell bewegten Körpers sich vom Centrum zu entfernen, wird auch die Schwung- oder Fliehkraft genannt, es gibt aber auch keine Fliehkraft, wenn wir von dem Fluge der Vögel abstrahiren. Die Centrifugalkraft, sagen die gelehrten Mechaniker, wird durch die Circularbewegung erzeugt, wenn nämlich „ein Körper genöthigt ist einen Kreis zu beschreiben.“*) Die Centrifugalkraft geht demnach vom Centrum aus und man beweiset mit Evidenz, dass sie nichts anderes ist als die bewegende Kraft selbst, nur muss man sich einbilden, dass die *eine* Kraft nun *zwei* geworden, d. h. 1=2 ist.

*) Ein Pferd in der Reitbahn herumgeführt oder geritten, ist wohl *genöthigt* einen Kreis zu beschreiben, aber von der Wirkung der Centrifugalkraft ist nichts zu verspüren.

Diese Determinationen — Gesetze — der Mechanik, mit den übrigen Ideen in Verbindung auf die Erdbewegung angewendet, führen eine totale Verwirrung herbei.

Die Centrifugalkraft residirt, wie die Attraction, im Mittelpuncte der Sonne. Nach den Investigationen der hohen Mechanik ist es die Sonnenattraction, welche die Circularbewegung der Erde hervorbringt; es ist somit klar, dass auch die Centrifugalkraft ihr Werk ist. Auf diese Art verwandelt sich die Anziehungskraft in die Centrifugalkraft, sie verdoppelt sich, sie erzeugt sich ihren Todfeind selbst. Da somit die Centrifugalkraft nichts anderes ist als die Anziehungskraft, so wird es einem jeden Menschenkinde klar, dass die beiden sich an Grösse und Macht gleich sein müssen.

Die Erde wird durch die Schleuder, deren gespannter Faden im Mittelpunct der Sonne befestigt ist, in die Circularbewegung versetzt, sie kann demnach nichts anderes thun, als um das Sonnencentrum kreisen. Nachdem die Attraction auf diese Art die Erde in die kreisende Bewegung versetzt hat und somit ihr Werk vollendet ist, überlässt sie die weitere Führung und Aufsicht der Centrifugalkraft, welche sich nun ihrerseits anmasst, die Circularbewegung ganz allein verursacht zu haben. Hier fängt der Kampf an; die Centrifugalkraft will die Erde mit sich in den unendlichen Raum fortreissen, was die Anziehungskraft nicht erlaubt und die Erde mit Gewalt an sich reisst und trachtet, sie in den Mittelpunct der Sonne hinein stürzen zu machen. So wird unser bedauernswerther Planet von den zwei übermüthigen Kräften unnachsichtlich misshandelt.

Um die Confusion noch ein wenig mehr zu verwirren, hat man aufgestellt:

1. Dass die Tangentialkraft — oder Geschwindigkeit — es ist, welche nicht zulässt, dass die Erde in die Sonne falle, dass somit die Tangentialkraft mit der Centrifugal- und der Anziehungskraft identisch ist. 2. Dass die Tangentialkraft nichts anderes ist, als jene Geschwindigkeit, mit welcher die Erde sich in gerader Linie fortbewegt hat, bevor sie durch die Attraction genöthigt wurde, einen Kreis zu beschreiben; dem zufolge sucht die Erde sich des Kreises zu entledigen, um ihre Lieblingsrichtung — die gerade — fortzusetzen. 3. Dass also die Geschwindigkeit der Erde weder durch die Attraction noch durch die Repulsion erzeugt wurde, sondern in Folge eines ursprünglichen, von einer unbekannten Hand erhaltenen Stosses entstanden ist.

[18.] Wenn nun die Tangentialgeschwindigkeit, welche die Planeten in ihren Bahnen erhält, — wie man dies in den Büchern liest — aufgehoben, annullirt würde, so müssten diese alle, also auch die Erde mit ihnen in die Sonne fallen, und man macht sich

das Vergnügen die Zeit auszurechnen, welche jeder Planet braucht, um bis in das Centrum der Sonne einzufallen. Diese Art Unterhaltung — man begegnet ihr oft in den Büchern — dient zur Verschönerung, zur Ausschmückung der Astronomie, welche dadurch interessant und weniger langweilig gemacht wird. Leider enthalten diese Ausflüge des müssigen Geistes nicht die geringste Lehre, dafür aber ermuthigen sie den Schüler, sich in Suppositionen zu üben und seiner Imagination freien Lauf zu lassen. Will man aber diese Frage ernstlich behandeln, so muss man die Bedingungen näher prüfen, unter welchen z. B. die Erde, ihrer Tangential-Geschwindigkeit beraubt, in die Sonne stürzt? und man wird finden, dass diese Bedingungen einer Natur sind, welche ein solches Resultat unmöglich macht, die Voraussetzung selbst aber als ein Spiel der Fantasie darstellt.

Vor allem müssen wir bemerken, dass selbst der Ausdruck „tangentielle Geschwindigkeit," wie derselbe bei dieser Gelegenheit angewendet wird, schon den Stempel der Confusion an sich trägt; man hat — wie wir gesehen haben — beim Monde Tangentialgeschwindigkeit genannt: seine Neigung die Erde zu verlassen, seine Neigung in gerader Linie laufen zu wollen; hier für die Erde wird sie als ihre totale Bewegung in der Bahn genommen, d. h. ihre absolute oder Translationsgeschwindigkeit, welche 7·6 Meilen in der Zeitsecunde sein soll.

Man setzt gewöhnlich voraus, dass eine solche Catastrophe durch einen Zusammenstoss zweier Weltkörper herbeigeführt werden kann, und mit Vorliebe hat man in Bezug auf die Erde zu dieser Operation einen Cometen gewählt.

Die erste Bedingung, um die Geschwindigkeit oder überhaupt die Bewegung der Erde zu vernichten, ist, dass man ihr eine Kraft entgegensetzt, gleich jener welche sie selbst besitzt. Wir sagen Kraft, denn ihre Bewegung stellt die Kraft vor, welche das Product ihrer Masse und ihrer Geschwindigkeit ist. Man weiss, dass ein an Masse kleinerer Körper als die Erde, mit einer grösseren Geschwindigkeit begabt, so wie ein grösserer mit einer geringeren Geschwindigkeit, dieselbe Kraft besitzen kann, etc.

Sind die zwei Kräfte, welche sich in entgegengesetzter Richtung begegnen, nicht gleich, so findet keine Aufhebung der Bewegung statt, sondern es bleibt die Resultante beider Kräfte, welcher eine modificirte Bewegung entspricht. Ist eine der entgegengesetzten Kräfte kleiner, so wird diese unterdrückt; wenn demnach die Erde einem Weltkörper begegnet, dessen Kraft geringer ist, so wird dieser seine eigene Geschwindigkeit verlieren, im entgegengesetzten Falle die Erde. In beiden Fällen aber setzt sich die Bewegung fort, im ersten Falle wird der schwächere Körper vor-

wärts geschoben, im zweiten wird die Erde rückgängig, genau nach der Resultante. Nach dieser ersten Bedingung müssen demnach die beiden Körper zugleich ihre Geschwindigkeit verlieren und dann können sie in Gesellschaft auf die Sonne losstürzen, wenn nämlich auch die übrigen Bedingungen erfüllt sind.

Die zweite Bedingung fordert, dass der Zusammenstoss beider Körper central sei; ohne diese kann keiner seine Bewegung verlieren; es kann nur eine Modification in der Geschwindigkeit, in der Richtung der Bewegung und in der Rotation hervorgebracht werden.

Die dritte Bedingung erheischt, dass die beiden Körper sich in derselben Linie bewegen, was nun sagen will, dass der anstossende Körper sich schon in der Erdbahn befinden muss, bevor der Zusammenstoss vorgeht. Ist dieser Bedingung so leicht zu entsprechen? Die zwei Körper würden sich alle 6 Monate begegnen, und dann, wie sollte es z. B. ein Comet anstellen, um sich in die elliptisch geschlossene Bahn der Erde einzuschmuggeln? Er würde seine Parabel oder seine Hyperbel verlassen, er müsste sich durch die Centralanziehung der Sonne in einen Planeten verwandeln lassen; und diesem Umstande allein kann es die Erde verdanken, dass sie bis jetzt so glücklich der Gefahr entronnen ist, denn eine solche transformirende Operation ist eine langwierige. Wenn aber der stossende Körper nicht in der Erdbahn ist, so findet keine Annullirung der Bewegung statt, und abermals nur eine Modification in Geschwindigkeit, Richtung und Rotation. Die Erde könnte, aus ihrer Bahn gestossen, der Sonne näher oder ferner gebracht werden, sie könnte ihre Cardinalaxe wechseln, etc.

Setzen wir nun voraus, dass alle drei Bedingungen erfüllt sind, folgt daraus, dass durch einen Meisterstoss die Erde in die Sonne fallen müsse? Wenn die beiden Körper elastisch sind, so werden sie von einander zurückprallen und jeder seinen Weg umgekehrt fortsetzen. So wie wir die Erde kennen, ist diese nicht elastisch; ist somit der anstossende Körper allein elastisch, so wird er, nachdem er die Erde nöthigt etwas langsamer zu gehen, rücklings marschiren. Es ist aber wahrscheinlich, dass der Andere auch nicht elastisch ist: sind sie nun weich wie Blei, so werden sie ganz platt gemacht niederfallen, wohin, worauf? dass kann man nicht wissen; sind sie beide hart und spröde, so werden sie sich gegenseitig in unzählige kleine Stücke zerschlagen und ihre Theile fliegen nach allen Richtungen in den Raum, wo sie dann ihr neues Planetenleben beginnen, d. h. sich nach dem System von Copernik arrangiren, ihre Ellipsen um die Sonne machen und „um sie herum“ nach dem Flächengesetz sich genau so bewegen werden, wie dies die

Bruchstücke eines grossen Planeten thun, der zwischen Mars und Jupiter auf diese Art zerplatzt und verunglückt ist.

Dieses würde das wahrscheinliche Resultat eines Zusammenstosses sein; die Theorie hat aber einen Hintergedanken und meint, dass eine noch so kleine Veränderung in der Tangentialgeschwindigkeit die Verminderung der Centrifugalkraft zur Folge hat; da nun in diesem Falle die Centralattraction die Oberhand gewinnt, so muss die Erde in die Sonne fallen. Nur wird man in diesem Falle die Rechnung anders zu stellen haben.

Indem sich die astronomische Theorie von der Centrifugalkraft — diese ist ja ein Glanzstück ihrer Hypothesensammlung — nicht trennen will, so werden wir sie — leider — in der Folge noch begegnen, können aber nicht umhin, schon hier zu bemerken, dass alles jenes zusammengenommen, was in den Büchern über die Centrifugalkraft gesagt, gelehrt und verbreitet wird, nichts als ein leeres Gewäsch ist, welches die Wissenschaft verhöhnt, sie in ihrer Würde verletzt.

[19.] Mit der Idee über die Circulation der Erde um einen fixen Centralpunct — den Mittelpunct der Sonne — hat man die Ideen in Verbindung gebracht, welche man sich von der geradlinigen Bewegung machte. Man hat sich nämlich imaginirt, dass ursprünglich die Erde in einer geraden Linie sich bewegt hat, und indem sie bei der Sonne vorübergehen wollte, diese durch ihre Anziehung das Vorhaben vereitelte. Es ist somit die Attraction, welche die Gerade in eine geschlossene Curve verwandelt hat: das heisst, die Construction der Erdbahn ist das Werk der Anziehung.

Ueber die geradlinige Bewegung sagt die Mechanik:

„Die Kraft agirt auf die Materie — auf einen Punct — und sucht diesen eine gerade Linie beschreiben zu machen.“ (Laplace méc. céleste I. p. 4).

„Die Richtung der Bewegung in der Geraden folgt evident „daraus, dass kein Grund vorhanden ist, warum der Punct eher „nach der Linken als der Rechten von seiner ursprünglichen Rich„tung ausbeugen sollte.“ (Laplace ibid. 14).

„Es ist in dem Gesetze der Natur, dass sich der Schwerpunct „in einer geraden Linie gleichförmig bewege“ (Laplace ibid. I. p. 67).

Wenn man nun die auf der Erde beobachteten Bewegungen aufmerksam betrachtet, so bemerkt man, dass eben und insbesondere die geradlinige die seltenste und am schwersten zu beschreiben ist. Die Bewegung eines Körpers auf der horizontalen Ebene geht augenscheinlich in der Geraden vor, aber der irdische Horizont ist selbst schon eine gekrümmte Fläche. Betrachtet man die durch die Mechanik hervorgebrachte geradlinige Bewegung, so sieht man, dass diese nicht durch die ursprüngliche Impulsion

Digitized by Google

hervorgebracht ist, sondern dass es andere Ursachen gibt und andere Mittel angewendet werden, um die geradlinige Bewegung zu erhalten, woraus man schliessen kann, dass diese Art der Bewegung nicht eine natürliche, sondern eine abgenöthigte, eine erzwungene ist. Für einen in den Raum geschleuderten Körper, welcher sich dann frei bewegt, könnte man auf dieselbe Weise argumentiren, dass kein Grund vorhanden ist, warum der Körper eher in der einen als in der anderen Richtung sich bewegen sollte, folglich wählt er alle Richtungen zugleich, d. h. in der durch die Impulsion gegebenen Ebene wird er eine Curve beschreiben. Wenn der Weltkörper überdies noch eine Rotation hat, so wird seine Circulartranslation unausweichlich, indem die Axendrehung den Körper nothwendigerweise in die Richtung ihrer Bewegung mitreisst. Hat man sich aber schon an die Idee gehalten, dass die Attraction die Gerade in eine Krumme verwandelt, so kann man schon aus diesem Grunde die Existenz der geradlinigen Bewegung im Weltraume nicht zugeben, indem die Anziehung universal ist.

Diese Betrachtungen führen uns aber zu der Idee, dass die natürliche Bewegung eines Weltkörpers die kreisende, die revolutive ist, und dass z. B. die Erde schon ursprünglich mit ihren beiden combinirten Bewegungen versehen war, welche krummlinig sind und in demselben Sinne zugleich vorgehen.

Anstatt sich an diesen einfachen Begriff zu halten, musste man die heterogensten Ideen zusammenkuppeln; man musste z. B. aufstellen, „die Neigung der Erde sich in gerader Linie zu bewegen; ihre Neigung in die Sonne zu fallen; ihre Neigung — durch die Centrifugalkraft von der Sonne sich zu entfernen; die Neigung des Sonnencentrums, die Erde beständig anzuziehen und auf diese auf verschiedene Weise zugleich einzuwirken; man bedurfte eines fixen Mittelpunktes, einer fixen Ebene, einer geschlossenen Figur, der gespannten Fäden, der Eisenstangen etc.;“ man musste sich mit einem Worte einen furchtbaren Apparat zusammenstellen, damit sich die Erde „um die Sonne“ auf eine unmögliche Art bewege.

[20.] Mit dem Gesetze Kepler's wurde die Ellipse für die Bahnen der Weltkörper, ohne Ausnahme von allen Gelehrten angenommen. Würde es sich nur um eine einfache geschlossene Figur handeln, welche nach der Theorie vom Kreise wenig abweicht und welche auf die Himmelssphäre projicirt wahrnehmbar ist, so könnte man sagen, dass sie wahrscheinlich ein Effect der Perspective ist; würde es sich darum handeln, dass die Planeten scheinbar, in gleichen Zeiten ungleiche Bogen beschreiben, so könnte dies bei einer gleichförmigen Bewegung noch immer stattfinden, da in einer geschlossenen Curve die Bogen sich wie ihre

Krümmungen verhalten; die Kepler'sche Ellipse bedingt aber veränderliche Geschwindigkeiten der Planeten und ihre veränderlichen Entfernungen von der Sonne; aus diesem Grunde wurde sie eine der bedenklichsten und auch stachligsten Fragen der astronomischen Theorie.

Sagen wir nun, dass diese eingebildete Ellipse von der sich bewegenden Sonne einfach verwischt ist, so wird uns die gelehrte Welt ohne Zweifel entgegnen, dass dies gar nichts beweist, dass die Sonnenbewegung keine Demonstration ist! Daher müssen wir wohl die Sache näher betrachten.

Nachdem über die Gesetze Kepler's, sowie über die variablen Geschwindigkeiten und Entfernungen nie ein Zweifel sich erhob, so hatte man nichts weiter zu thun, als diese — durch die Allmacht der Analyse — zu beweisen. Die Bücher gefallen sich in der Erzählung, wie durch seine erstaunliche Theorie Newton das System Copernik's sowohl. als auch die Gesetze Kepler's befestigte, indem er auf diese die Attraction anwendete.

Laplace hat dieselben analytischen Untersuchungen durchgeführt, welche Newton gemacht hat und welche heutzutage in den Büchern nachgedruckt werden. über die Natur der Curve, welche die Weltkörper beschreiben in Folge der veränderlichen Geschwindigkeit und Entfernung, die einmal als vorausgesetzt zu verbleiben haben; und nachdem Laplace alle Himmelserscheinungen aus der Attraction allein zu erklären sucht, so sagt er: „Die Kraft (φ) ist „umgekehrt wie das Quadrat der Entfernung von dem Mittelpuncte „der Gestirne zu jenem der Sonne; da die Planeten- und Cometen„bahnen conische Sectionen (Kegelschnitte) sind, gibt die Glei„chung die Ellipse, die Parabel und die Hyperbel. Dieses Gesetz „des Quadrats der Entfernung bezieht sich auf Distanzen in der „Bahn selbst. Hieraus folgt, dass, wenn die beschriebene Curve „ein Kegelschnitt ist, so ist die Kraft umgekehrt wie das Quadrat „der Entfernung, und wenn sich die Kraft umgekehrt verhält zu „dem Quadrat der Entfernung, so ist die beschriebene Curve ein „Kegelschnitt. Die Intensität der Kraft in Bezug auf jeden ein„zelnen Planeten oder Cometen hängt von einem Coefficienten „ab etc., welchen zu bestimmen die Gesetze Kepler's ebenfalls „das Mittel enthalten.“ (Méc. céleste II. p. 112.)

„Newton beweist sofort, dass das Gesetz der Flächen, welche „der radius vector eines Planeten beschreibt, nothwendigerweise „eine Neigung des Planeten gegen den Sonnenmittelpunct anzeigt. „Er hat ferner gezeigt, dass die Ellipticität der Bahn eine Neigung „erfordert, welche sich umgekehrt zum Quadrate des radius vector „verhält. Endlich schloss er aus dem Gesetze, nach welchem die „Quadrate der Umlaufszeiten sich wie die Würfel der Entfer-

„nungen verhalten, dass die Neigung gegen die Sonne von einem „Planeten zum anderen sich nicht anders verändert als im Ver- „hältnisse ihrer Entfernung."

„Auf diese Art wurden die drei Gesetze Kepler's zurückge- „führt auf das einzige Princip einer Neigung der Planeten gegen „die Sonne, im umgekehrten Verhältnisse zu dem Quadrate ihrer „Entfernung vom Mittelpuncte dieses Gestirnes." (Laplace méc. céleste V. p. 295.)

Der Leser kann bemerken, dass es sich hier durchaus nicht um die beobachteten Himmelserscheinungen handelt — diese sind Nebensache — sondern um die Gesetze, welche man gemacht hat, um Suppositionen. Man kann aber nicht entdecken, wie aus diesen analytischen Untersuchungen sowohl, als auch aus allen jenen theoretischen Investigationen, welche in diesem Sinne gemacht wurden, die Ellipse Kepler's hervorgehen soll; deutlich kann man aber annehmen z. B., dass Newton, ganz wie er ist, mit Leib und Seele an der Anwendung seiner Theorie laborirt. Für ihn ist es vollkommen gleichgiltig, welchen Kegelschnitt immer die Weltkörper beschreiben, wenn sie nur nach dem Gesetze des Quadrates der Entfernung sich benehmen.

Dem Syllogismus von Laplace folgend, kann man schliessen, dass, *wenn* der Planet oder Comet sich in jenen Distanzen von der Sonne befindet, welche man *will* und, *wenn* er mit jener veränderlichen Geschwindigkeit sich bewegt, welche man ihm *auferlegt*, so kann er auch eine Ellipse beschreiben unabhängig von der Attraction; die Neigung gegen den Sonnenmittelpunct ist auf alle Fälle gesichert.

Die Frage bleibt somit noch immer aufrecht: auf welche Art kann ein Planet in verschiedene Distanzen von der Sonne kommen. auf welche Art kann er seine Geschwindigkeit — ad libitum — verändern? Für Newton und Laplace war diese Frage eine überflüssige, die Planeten und Cometen kommen in verschiedene Distanzen, sie ändern ihre Geschwindigkeit, wie und warum? das kümmerte sie gar nicht. Für uns, die wir keine Theorie aufzustellen, kein Gesetz zu machen haben, ist es in Bezug auf die Ellipse vollkommen gleichgiltig, ob die Attraction nach dem Quadrate, nach der Quadratwurzel oder auf welche Art immer agirt, wenn sie nur ihre Natur beibehält, d. h. Attraction bleibt, ohne sich je in Repulsion zu verwandeln. Aus dieser Bedingung folgt aber, dass es nicht die Anziehung ist, welche den Planeten abwechselnd der Sonne näher bringt und dann wieder von ihr entfernt; haltet man sich an das solide Gesetz „der Inertie," welches sagt, „unfähig, „sich selbst in Bewegung zu setzen, ist ein Körper unfähig, die „erhaltene zu ändern," (Laplace méc. céleste I, p. 14) „die Ver-

„änderung in der Bewegung ist Folge der Action einer fremden Ursache," so muss man bekennen, dass die variablen Distanzen und Geschwindigkeiten unmöglich sind. Hätte man aber noch, nebst der Neigung des Planeten gegen die Sonne, auch seinen Widerwillen gegen dieselbe in die Untersuchungen aufgenommen, so würden die variablen Dinge weit begreiflicher sein.

Hat man nun entschieden, dass sich die Bahn des Planeten durch die Attraction bildete, so kann man sie nicht mehr durch dieselbe Attraction verändern lassen, welche nur auf eine und dieselbe Art einwirken kann. Es wäre sehr kindisch, sich einzubilden, dass die zwei Kräfte — Anziehungs- und Centrifugalkraft — sich so einverstehen, um einen Weltkörper zu zwingen, eine Ellipse zu beschreiben.

Wenn man nun nach diesem sagt, dass Kepler die Ellipse unmittelbar aus den Beobachtungen ableitete, und dass die von der Sonne beschriebenen verschiedenen Tagbogen wie auch ihre veränderlichen Durchmesser unläugbare Thatsachen sind, so beweiset man mit Evidenz, dass diese Phänomene nicht begriffen sind, ihre Ursache unbekannt ist, und folglich die aus ihnen gezogenen Schlüsse falsch sind.

[21.] Sowie von der elliptischen Bahn, so spricht man ganz ernstlich von den in sich selbst zurückkehrenden Curven, von geschlossenen Bahnen, und glaubt, dass die Weltkörper, nachdem sie eine ihrer Revolutionen vollendet haben, in denselben Punct ihrer Bahn zurückkehren, von welchem sie ausgingen. Da aber die Theorie nicht sicher weiss, was eine Revolution ist, so hat sie entschieden, dass nach vollbrachter Umlaufszeit ein Planet zu demselben Stern zurückkehrt, von welchem er ausgegangen ist. Alles dieses sagt und lehrt man, während andererseits gelehrt wird, dass man seit mehr als 20 Jahrhunderten weiss, dass z. B. die Erde oder die Sonne jedes Jahr einem anderen Sterne entspricht; dass man weiss, dass die Nachtgleichen sich versetzen, dass das Perihel sich versetzt, dass die Schiefe der Ecliptik sich ändert, dass das ganze Sonnensystem seinen Ort wechselt, dass das Universum sich weiter bewegt etc.; man weiss es eben so gut, dass der von der Erde in ihrer Bahn mitgerissene Mond jede seiner 12 Revolutionen im Jahre an einem anderen Puncte des Raumes, immer an einem neuen Orte vollendet. Die Theorie aber lässt sich durch solche Kleinigkeiten nicht irre machen und bleibt unerschütterlich fest bei ihren geschlossenen Figuren, indem sie der fixen Ebenen bedarf, um in diesen die Planeten und ihre Monde nach dem zweiten Gesetze Kepler's sich bewegen zu lassen.

Wenn für seine analytischen Untersuchungen der Geometer voraussetzt, dass die Curven in sich selbst zurückkehren, fixe

Ebenen und fixe Mittelpuncte haben etc., so folgt daraus nicht, dass die Astronomie selbe als Wirklichkeit in den Himmel versetze. Von der andern Seite ist es wieder wahr, dass die Astronomen die Stellungen der Bahnen im Raume zu kennen glauben, da sie oft davon sprechen, wie dieser oder jener Comet sich der Erdbahn genähert, ja diese durchschnitten hat; da man aber zugleich lehrt, dass die Bahnen keine Spur im Himmelsraume zurücklassen, so muss man den Zusammenhang aller dieser Ideen nur bewundern. Es ist wohl deutlich genug, dass die Bahn von heute nicht die Bahn von morgen ist, dass die ununterbrochene Ortsveränderung der Weltkörper eine in das Unendliche sich fortsetzende, ausdehnende Bahn bedingt und eine Rückkehr unmöglich macht. Um nun die Stelle einer Bahn im Raume anzugeben, müsste man etwas mehr wissen als man heutzutage weiss.

Die beständige Anwendung der Ebenen bei den Erklärungen der Phänomene der Bewegung hat sich bis zu einem wahren Missbrauch ausgedehnt; die Imagination des Studenten wird dadurch buchstäblich überladen. Aus den verschiedenen Arten der Anschauung dieses Gegenstandes geht hervor, dass man sich vorstellen muss: die Bahn eines Planeten, jene der Erde z. B., ist eine festgelegte Schienenbahn, in welcher die Erde fortrollt. Es ist nun die fixe Ebene der Bahn, welche, mit einer eisernen Rinne umgeben, selbst etwas Körperliches ist, damit sie sich nach Belieben drehen, wenden, neigen und auf einer andern Ebene fortschieben könne; dass die Einfassung der geschlossenen Bahn aus einer ductilen Materie bestehen müsse, ist begreiflich, denn sonst könnte sie sich in der Wärme nicht ausdehnen, in der Kälte nicht zusammenziehen. Ist die Bahn auf diese Art gut hergestellt, so machen alles Uebrige die Ebenen, die verschiedentlich unter einander incliniren und decliniren: sie durchschneiden sich gegenseitig in beliebigen Winkeln, haben ihre eigene Bewegung, ihre eigene Präcession, ihre Nutation und wahrscheinlich auch ihre Aberration: jede hat ihre Pole, welche verschiedene Figuren — ganz natürlich Kegelschnitte — nach ihrer Wahl am Himmel beschreiben. Der Planet, welcher zu der Ebene gehört, zählt gar nichts, er ist „glebae adstrictus“ der fixen Ebene seiner geschlossenen elliptischen Bahn; es ist nicht er, der die Curve beschreibt, diese ist schon fertig; es ist nicht er, der sich im Raum versetzt, er muss in der Ebene bleiben, sich mit ihr neigen und in der Rinne nach dem Flächengesetz fortrollen. So z. B. hat man, um sich die Präcession gut vorzustellen, die beiden grossen Himmelskreise, den Aequator nämlich und die Ecliptik, verkörpert und als zwei eiserne Reife gedacht, die sich auf einander bewegen und Tag für Tag in anderen Puncten durchschneiden; so hat man sich, um die Abnahme der

Digitized by Google

Schiefe zu erklären, vorgestellt, dass diese beiden Reife abwechselnd sich mehr und mehr gegen einander neigen, dann aber nach einer gewissen, oder vielmehr ungewissen Periode wieder von einander wegneigen.

Sonderbar genug ist es, diese fixen Ebenen noch am Leben zu finden zwischen den unendlichen Variationen, Ungleichheiten, Unregelmässigkeiten, Anomalien etc., welchen die Bewegungen der Planeten ausgesetzt sind, dass sie noch so thätig amthandeln zwischen den violenten Anziehungen und ewigen Störungen, und so die Ortsveränderung des Systems sich geduldig gefallen lassen. Die Theorie beweist die Elasticität der Imagination, sie beweist, dass die heterogensten, widersprechendsten Dinge sich am Ende befreunden, um eine vollkommene Weltharmonie herzustellen.

Spricht man z. B. von Unregelmässigkeit, von variablen Distanzen und Geschwindigkeiten etc., so versteht man darunter nicht, dass die Bahnen und ihre Ebenen irgend eine Variation erleiden; spricht man von der Ortsversetzung des Systems, so versteht man darunter nicht, dass die Bahnen sich mit versetzen, diese bleiben an Ort und Stelle; man versteht darunter nicht, dass dieser oder jener Weltkörper sich auf eigene Rechnung versetzen könne, man stellt sich aber vor, dass, obwohl das System aus einzelnen Theilen besteht, dennoch nur ein Stück, wie gegossen, ein unveränderliches Ganzes ist, was um so schwerer zu begreifen ist, da z. B. die Cometen, welche ebenfalls Mitglieder des Systems sind, aus den unbekannten Regionen des Weltalls zu uns kommen, und dann wieder fortwandern, um die Welträume in allen Richtungen, direct und retrograd, durchzulaufen. Da es sich aber darum handelt, die Unfehlbarkeit des Systems von Copernik zu beweisen und dasselbe auf die höchste Stufe der Gewissheit zu bringen, so kann man kein Opfer scheuen, ist auch das Opfer die — Vernunft selbst.

[22.] Die Ellipse zum Gesetz erhoben, musste man die Sonne zweckmässig in die Ebene einer Planetenbahn versetzen, und man wählte mit vieler Umsicht den einen Brennpunct der Lieblingscurve zu ihrem Aufenthalt, indem die Flächen von diesem Orte aus durch den radius vector beschrieben werden. Nun hat der Student sich lebhaft vorzustellen, dass der radius vector der nämliche gespannte Faden ist, welcher den Mittelpunct der Sonne mit jenem des Planeten, z. B. der Erde, verbindet. Da nun dieser Faden, um seinen Dienst gut zu verrichten, sich bald verlängern, bald wieder sich verkürzen muss, so ist es am besten, wenn er aus einem nicht vulcanisirten Kautschuk besteht.

Der Sonnenmittelpunct ist nun im Brennpuncte und zugleich in der Ebene eines jeden zu ihrem System gehörigen Weltkörpers

— die Satelliten ausgenommen. Da nun diese Ebenen verschiedentlich gegen einander geneigt sind, so muss die Sonne eben so viele Mittelpuncte haben als es Ebenen gibt. Diese Bedingung lässt die Theorie nicht zu, denn es ist viel natürlicher, sich einzubilden, dass alle diese Ebenen sich genau in dem Mittelpuncte der Sonne schneiden, und dass alle respectiven Brennpuncte der Ellipsen in einem und demselben vereinigt sind, welcher abermals das Sonnencentrum ist. Gibt es nicht ein artiges Bild, wenn man sich vorstellt, wie alle die bekannten und unbekannten Planeten, grosse und kleine, Asteroiden, eine Menge von noch zu entdeckenden Planetengruppen und unsichtbaren Weltkörpern, die sich noch zwischen der Sonne und den übrigen Planeten befinden, Myriaden und nochmals Myriaden von Cometen, eine unendliche Zahl von Corpusculen, welche alle nach den Gesetzen Kepler's um die Sonne schwärmen etc., dass die Ebenen aller dieser Weltkörper (Gestirne) die arme Sonne in allen möglichen und unmöglichen Richtungen durchschneiden und somit ihre Sphäre buchstäblich in ihre Molecule zerhacken? Wird man erstaunen, wenn die Sonne manchmal ganz roth wird vor Zorn? Das System aber bleibt auf diese Art schön beisammen, wie ein Stück, und kann den unendlichen Raum — in gerader Linie durchwandern, von einer Constellation zur andern gehen, ohne dass ein einziger Körper sich losmacht oder zurückbleibt — die Cometen jedesmal ausgenommen.

Es scheint somit, dass die Theorie am Ende dennoch zu der Einsicht gelangen wird, dass die Planetenbahnen, die geschlossenen Ellipsen nicht fest an ihren Stellen verbleiben, wenn der Sonnenmittelpunct sich weiter versetzt?

[23.] Es ist nicht unsere Absicht, viel von den Cometen zu sprechen, es muss aber an sich klar sein, dass auch diese sich nach dem Flächengesetze verhalten müssen, obwohl sich dieses Gesetz ausschliesslich auf die Ellipse zu beziehen scheint, und, wie bekannt, die Cometen Parabeln und Hyperbeln beschreiben; aber die Evidenz folgt aus dem Umstande, dass sie sich in Kegelschnitten bewegen, seien diese bekannt oder nicht, gleichviel: die Neigung gegen die Sonne beurkunden sie handgreiflich, welche Neigung manchmal auch übertrieben ist; wenn demnach, wie Newton sagt, das Gesetz der Flächen nothwendigerweise eine Neigung des Planeten gegen die Sonne anzeigt, so zeigt dieselbe Neigung der Cometen die Nothwendigkeit an, dass ihr radius vector nach dem Gesetze Kepler's Flächen beschreibe. Endlich können sich die Cometen dem Quadratgesetze nicht entziehen und müssen somit ihr Möglichstes beitragen, System und Gesetze noch stärker zu befestigen.

In der That liest man im Weltsystem von Laplace (p. 187):

„Stellt man sich vor, dass alle Planeten in derselben Sonnen-
„ferne sich in Ruhe befinden und ihrer Schwere gegen ihren Mit-
„telpunct überlassen sind, so werden sie von derselben Höhe in
„gleicher Zeit herabsteigen; ein Resultat, welches man auf die
„Cometen ausdehnen muss, obwohl die grossen Axen ihrer Bahnen
„unbekannt sind; denn man hat (im zweiten Buche) gesehen, dass
„die Grösse der von ihrem radius vector beschriebenen Flächen
„vorausgesetzt, nach dem Gesetze die Quadrate ihrer Umlaufs-
„zeiten den Würfeln dieser Axen proportional sind.“

Wenn aber nun auch die Umlaufszeiten unbekannt sind, aus welchem Gesetze wird man die grossen Axen determiniren, und nach welchem Gesetze wird sich das Flächengesetz verhalten?

Das Folgende aber ist noch viel interessanter. (Laplace — ebenda.)

„Die Analyse, welche in ihrer Allgemeinheit Alles umfasst,
„was aus einem gegebenen Gesetze hervorgeht, zeigt uns, dass
„nicht allein die Ellipse, sondern dass jeder Kegelschnitt beschrie-
„ben werden kann, in Folge jener Kraft, welche die Planeten in
„ihren Bahnen erhält; ein Comet kann demnach sich in einer
„Hyperbel bewegen, dann aber würde er nur einmal sichtbar sein,
„und nach seiner Erscheinung würde er über die Grenzen des
„Sonnensystems hinaus sich entfernen, sich einer andern Sonne
„nähern, um sich auch von dieser zu entfernen und so die ver-
„schiedenen, in der Immensität des Himmels zerstreuten Systeme
„durchzufliehen. Es ist wahrscheinlich, die Unendlichkeit der Na-
„turverschiedenheit betrachtet, dass es ähnliche Gestirne gibt:
„ihre Erscheinungen müssen sehr selten sein, und wir können
„grossentheils nur solche Cometen beobachten, welche in — in sich
„rückkehrenden Bahnen sich bewegen, in längeren oder kürzeren
„Zeiträumen, in den der Sonne nachbarlichen Regionen des Rau-
„mes wieder erscheinen.“

Die Analyse beweist auf diese Art, dass die Cometen machen können, was sie wollen, ohne sich durch die „Kraft“ irre führen zu lassen; dass sie aber anderseits in Hyperbeln herumspazieren, sich jeder Sonne nur einmal zeigen, das Universum einmal durchreisen, dann aber doch wieder kommen müssen, da sie nicht mehr wissen, wohin sie noch weiter zu gehen haben: somit haben sie sich auf der Reise eine geschlossene Bahn verschafft etc. Alles dies aber ist dennoch vergebens, denn die Attraction nach dem Quadratgesetze ist überall, und die Cometen müssen, wo immer sie sich aufhalten, die Gesetze Kepler's beobachten, welche Gesetze nur die Folgen des quadratischen Anziehungsgesetzes sind; sie müssen Flächen beschreiben mit ihrem unendlichen radius vector,

von Sonne zu Sonne, wenn diese Flächen sich auch von Region zu Region zählen, wenn sie sich auch auf das Universum ausdehnen! Schönen Dank Analyse.

Welche Ideen macht man sich aber von der „allgemeinen Gravitation," wenn man an die Peregrination der Cometen glaubt und selbe predigt? Es ist also die hohe Geometrie, welche beweiset, dass die Gesetze der allgemeinen Anziehung gar nichts werth sind und folglich im Weltall die Attraction nicht existirt! Durch die Theorie der Cometen ist es der Analyse vollkommen gelungen, diese beiden Thesen mit Evidenz zu demonstriren.

Nach der Theorie bewegt sich die grösste Zahl der Myriaden und wieder Myriaden der Cometen in gerader Linie, die unendliche Parabel ist ja nichts anderes als eine gerade Linie; wohlan, warum transformirt nicht die Centralanziehung der fixen Sonnen diese geraden Linien in Ellipsen, ebenso wie die eine bekannte fixe Sonne dies für die Planeten mit so gutem Erfolge gethan hat?

„Der Comet von 1680" sagt Laplace in seinem Syst. du monde p. 126 „war in seinem Perihel 166 mal näher der Sonne als „die Erde, folglich musste er eine Hitze aushalten, welche 27500-„mal grösser ist als die der Erde mitgetheilte, wenn, wie Alles „darauf hindeutet, die Wärme der Lichtstärke proportional ist. „Diese grosse Wärme übertrifft weit jene, welche wir erzeugen „können und würde allem Anschein nach die meisten irdischen Sub-„stanzen verflüchtigen."

Dieser Comet war somit 230000 Meilen vom Mittelpuncte der Sonne entfernt, da nun der Sonnenhalbmesser 178500 Meilen hat, so ist kein Zweifel, dass der Comet, wenn auch nicht auf der eigentlichen Sonnenoberfläche, doch aber an der Photosphäre gekehrt hat (balayé), und nachdem er sein Geschäft abgethan seinen Weg weiter fortsetzte. Muss man nicht erkennen und auch gestehen, dass die Sonne gar keine Anziehung ausübt, indem nach dem Quadratgesetz der Comet 27500 mal schneller gegen die Sonne hätte fallen müssen als die Erde in einer Secunde fällt. Dass der Comet ohne in Schweiss zu gerathen eine so bedeutende Wärme aushält, gibt über seine robuste Constitution eine vortheilhafte Meinung und es stellt sich heraus, dass seine Materie bei weitem solider als jene der Erde ist, die sich in einer solchen Temperatur volatilisiren würde.

[24.] Die Kegelschnitte sind eine wahre Zierde der astronomischen Theorie, ihr Effect ist beiläufig gleich jenem, welchen ein gefärbtes Band im Knopfloch hervorbringt. Voller Ehrfurcht staunt man jene glänzenden Eigenschaften an, die sich auf diese Art manifestiren. Betrachtet man aber die Decoration der Theorie in

der Nähe, so erscheint diese, ihre Kegelschnitte nämlich, als ein Humbug; oder mit Shakespeare als ein „Viel Lärm um Nichts.“

Dreiecke und Kreise können die Planeten nicht beschreiben, meint die Analyse, wohl aber Ellipsen, Parabeln und Hyperbeln, und so meinen auch die gelehrten Astronomen, dass es nur drei Kegelschnitte gibt.

Mit einer im Raume vorschreitenden Bewegung ist die geschlossene Curve unmöglich und die gefeierte Ellipse fällt von selbst weg. Die Parabel ist eine gekrümmte Linie, die sich in das Unendliche ausdehnt, keine Circulation zulässt und die Wiederkehr der Weltkörper „zu demselben Stern“ unmöglich macht: aus diesen Ursachen kann sie keine Bahn eines Weltkörpers sein. Sie ist überdies im Widerspruch mit all den Ideen, welche man sich von Systemen, Gruppen und von der allgemeinen Gravitation gemacht hat. Kann ein Weltkörper durch seine eigene, unabhängige Bewegung die Himmelsräume durchwandern, so gehört er zu keinem Systeme, zu keiner Gruppe und ist weder der allgemeinen noch speciellen Anziehung unterworfen.

Die Theorie ist aber der Meinung, dass dies nur Nebensachen sind, denn die Cometen bewegen sich grösstentheils in Parabeln und die Theorie hat eine unüberwindliche Neigung zu den — Mirakeln. Die Hyperbel endlich ist gar kein Kegelschnitt, keine Figur in dem Sinne, nach welchem die Figuren aus continuirlichen oder zusammenhängenden Linien bestehen: sie ist eine Doppelfigur und besteht aus zwei, mit ihren convexen Enden gegenüberliegenden und von einander abstehenden Parabeln; sie ist ein Zweikegelschnitt oder vielmehr ein Sanduhrschnitt; um sie zu haben, muss man zwei Kegel mit ihren Spitzen zusammenstellen und beide schräge durchschneiden. Da nun die beiden Stücke der Hyperbel nicht im Zusammenhange sind, beide sich in das Unendliche ausdehnen, so kann es nur die Analyse allein wissen, wie ein Comet aus der einen Parabel in die andere hinüber springt, um sich in der Doppelfigur zu bewegen?

Da nun die Himmelskörper gar keine Art von Kegelschnitten beschreiben, so sind diese ein astronomisch-theoretischer Humbug: sie sind aber auch ein geometrischer Humbug, denn der reguläre Cylinder gibt alle die aufgezählten Kegelschnitte viel besser und gibt noch um einen — das Viereck — mehr. So wie das ebene Dreieck die Hälfte eines Viereckes ist, so ist der Kegel die Hälfte eines Cylinders, der von gleicher Basis und Höhe mit ihm ist. Aus diesem Umstande folgt, dass der Kegel z. B. keine reguläre Ellipse gibt, wie diese die geometrische Gleichung aufstellt, wie sie gewöhnlich gezeichnet oder construirt wird: er gibt anstatt wirkliche Ellipsen, veritable Fifiguren, ovale; den Längendurchschnitt oder

Längenumfang eines Eies, also Ellipsen, deren Enden von ungleicher Krümmung sind: das eine Ende ist spitziger als das andere. Es wird hieraus ersichtlich, dass in der That die Ellipse des Kegels die völlig geeignete ist, dem Flächengesetz Kepler's zu entsprechen. Der zugespitzte Theil des Eies ist das Perihel, nahe daran, doch aber schon im Dotter ist der Brennpunct, in welchem die Sonne fest sitzt, woraus klar und evident ist, dass die Planeten im Winter sehr schnell laufen. Stellt man sich nun das Sonnensystem als ein, in dem Weltraume sich fortbewegendes Ei vor, so kann man die darin steckende Sonne, in Bezug auf die Planeten als fix betrachten.

[25.] Der Effect der Sonnenbewegung auf die Phänomene der Planetenbewegungen zeigt sich mit hinlänglicher Klarheit; er ist durch verschiedene Beobachtungen angezeigt, anerkannt. Wenn aber selbst dieser Effect verläugnet wird, so kann die raisonnirte Wissenschaft in ihrem gegenwärtigen Zustande schon kühn aussprechen, dass es weder geschlossene Curven, noch Bahnebenen gibt, indem die Beobachtung hinlänglich dargethan hat, dass es im Himmel nichts Fixes gibt, sondern sich alles bewegt. Wenn aber diese, das *Warum* der Phänomene suchende Wissenschaft zur Erkenntniss gelangt des wahren Sinnes der „bezüglichen Stellungen" und „Bewegungen im Raume," wenn sie sich zu der grossen Idee einer allgemeinen Gravitation erhebt, wird sie die unseligen bis auf den heutigen Tag befolgten Anschauungen und Methoden verlassen und laut verkünden, dass es für die Weltkörper keine endlichen Bahnen gibt, dass sie sich alle fort und fort im Raume bewegen, ohne je mehr zurückzukehren; dass sie sich demnach im Raume ununterbrochen versetzen, ob sie nun nebst der allgemeinen Gravitation eine eigene periodische Circular- oder Revolutivbewegung haben oder nicht.

Nach dem System von Copernik ist die Erdbahn in der Ebene der Ecliptik, ja sie ist die Ecliptik selbst; ihre Ebene ist zu jener des Weltäquators $23^0 27'$ geneigt; da nun die Ebenen des Erd- und des Himmelsäquators zusammenfallen, so ist natürlich, dass die Rotationsaxe der Erde senkrecht auf diese Ebene ist, somit gegen die Ebene der Ecliptik genau um $66^0 33'$ geneigt sein muss; endlich bewegt sich die Erde in der Ecliptik, den Parallelismus ihrer Axe beibehaltend.

Laplace sagt in seiner Méc. céleste V. p. 278:

„Die Alten haben erkannt, dass der Mond in seiner Bewegung „um die Erde uns immer dieselbe Seite zeigt; aber weit entfernt „darüber zu erstaunen, betrachteten sie dieses Phänomen als „ein natürliches für einen jeden Körper, welcher um einen Mittel„punct kreiset. Dieser Irrthum oder vielmehr Täuschung nöthigte „Copernik, um den Parallelismus der Erdaxe zu erhalten, dieser

„Axe eine jährliche Bewegung zu geben, welche der Bewegung der „Erde in ihrer Bahn entgegengesetzt und denselben Ungleichheiten „unterworfen ist, was sein System sehr complicirte. Kepler be„merkte der Erste, dass die Rotationsaxe einer Kugel von sich „selbst schon ihre parallele Lage erhalten muss bei den verschie„denen Bewegungen des Mittelpunctes dieser Kugel. Durch diese „Bemerkung ist das System Copernik's einfacher geworden, was ihm „immerfort wiederfuhr, durch die aufeinander folgenden Fort„schritte der Beobachtung, der Analyse und der Dynamik: Fort„schritte, welche es endlich auf die höchste Stufe der Einfachheit „und der Gewissheit erhoben. Die Bemerkung Kepler's auf den „Mond angewendet, wurde das Phänomen, nach welchem dieses „Gestirn uns stets dieselbe Hemisphäre zeigt und welches so na„türlich schien, sehr schwer erklärbar. Man musste eine strenge „Gleichheit der Rotationsdauer des Mondes und seiner Revolution „um die Erde annehmen; Gleichheit, deren Ursache dazumal ein„zusehen unmöglich war."

Was die Alten für so natürlich hielten, ist wohl eine einfache Thatsache, sie ist, was wir eine Naturnothwendigkeit nennen, und nur durch dieses einfache Phänomen ist es möglich, andere, sehr wichtige Phänomene zu erklären. Will nun Laplace diese Thatsache nicht anerkennen, so versetzt er sich in die Lage, die Ursache des — vom Monde gezeigten — Phänomens dort zu suchen, wo sie nicht zu finden ist.

Es handelt sich hier um einen jener Elementarbegriffe, deren Auseinandersetzung (Analyse) langweilig ist für Jeden, der den Willen nicht hat sich Aufklärung zu verschaffen. Wir haben die Mühe nicht gescheut, diese wichtige Frage — bei den Elementen — umständlich zu erörtern.

Irrthum und Täuschung! Beide stellen sich ein wo die Ungewissheit herrscht, zeigt sich das Wissen, so verschwinden sie: hier aber erscheinen sie auch aus einem andern Grunde. Für das Phänomen nämlich, dass ein jeder Körper, der eine welch immer geschlossene Figur beschreibt, während seines Umlaufes sich einmal umdrehen muss, hat die Sprache noch kein Wort. Dieses einmalige Umdrehen während der Revolution ist keine eigentliche Axendrehung, es ist auch keine Umdrehung „um den Mittelpunct," am wenigsten aber eine Umdrehung „um sich selbst" *) es ist mehr ein Umwenden. Sagen wir im Allgemeinen dass, soll ein Körper

*) Dieser Sprachgebrauch ist verwerflich; das Drehen „um sich selbst," „über sich selbst" hat keinen Sinn. Auf dass ein Körper „um sich selbst" sich herumdrehe oder „über sich selbst" drehe, muss er sich verdoppeln, er muss zwei „Ich" haben; während das eine „Ich" feststeht, dreht sich das andere „Ich" um ihn, über ihn.

einen Kreis beschreiben, er sich auch einmal umwenden oder umdrehen muss, ob er nun frei oder gebunden ist, so versteht es sich von selbst, dass der Körper sich nach allen Richtungen nach und nach wenden müsse, welche in einer Ebene möglich und in dem Kreise auch wirklich vorhanden sind. Mit anderen Worten, der Körper muss der Krümmung des Kreises folgen. Betrachtet man aber dieses Phänomen näher, so verändert sich das Umwenden in ein Ab- und Zuwenden, diese aber beziehen sich nicht mehr auf den sich bewegenden Körper selbst, sondern auf die Objecte, gegen welche die Zu- und Abwendung vor sich geht. Wendet sich der Körper z. B. stets dem Mittelpunct seines Kreises zu, so wendet er sich von allen Objecten ab, welche sich ausser dem Kreise befinden; umgekehrt, bleibt es stets einem und demselben Objecte ausser dem Kreise zugewendet, so wendet er sich vom Mittelpuncte beständig ab. etc. Klärt man nun diese Frage nicht hinlänglich auf, so kommt man in den Fall zu sagen, dass der Körper, während er den Kreis beschreibt, sich wohl einmal umdrehen muss, in der Wirklichkeit aber sich doch nicht umdreht; was zum Absurden führt.

Die Bemerkung Kepler's enthält keineswegs die Auflösung der Frage über den Parallelismus der Rotationsaxe eines Körpers, dessen Mittelpunct sich nach verschiedenen Richtungen bewegt; eben so wenig genügt seine Bemerkung zu erklären, wie die nach Copernik's System in ihre Bahn gestellte Erde den Parallelismus ihrer Axe erhält? Galilei hat diese Frage durch ein Experiment zu lösen gesucht. Arago erzählt, wie Galilei ein mit Wasser gefülltes Gefäss nahm und eine Sphäre darein setzte. „Indem er mit dem „Gefäss in der Hand schnell sich auf seiner Ferse drehte, blieben „die Theile der Sphäre stets denselben Objecten zugekehrt."

Wir können die Analogie zwischen dieser Bewegung einer Sphäre und jener der Erde in ihrer Bahn nicht herausfinden; das Experiment aber erinnert uns an Thales, der als Grundprincip seines philosophischen Systems, folglich auch als Princip des Universums, das Wasser aufstellte. Nach ihm schwimmt die Erde auf dem Wasser. Alles was ist, entstand aus dem Wasser. Es scheint dass Thales kein bedeutender Naturforscher war, denn die astronomische Alternative, welche er zugleich gesetzt hat, gibt einigen Aufschluss über die Sachlage. Entweder muss die Crystallsphäre mit ihrem Inhalte, Sonne, Mond etc. beständig durch das Wasser waten, oder es muss die Erde sich darin herumwälzen; es gibt keine dritte. Da nun das Wasser nicht unablässig vom Himmel herabträufelte, das Sonnenlicht nicht erloschen, Thales aber nicht Nachts ertrunken ist, so folgt, dass das Wasser zu seiner Zeit schon ausgetrocknet war; woraus dann der Schluss folgt, dass der die

Digitized by Google

Welträume erfüllende Ether nichts anderes als — getrocknetes Wasser ist.

[26.] Wir haben gesehen, dass der grosse Himmelskreis, Ecliptik genannt, aus den successiven Stellungen, das heisst aus den Projectionen der Sonne auf das Firmament während des Jahres, zusammengesetzt ist. Ueber diesen Kreis drückt sich die Theorie nicht mit hinlänglicher Sicherheit aus, denn man findet, dass im Allgemeinen jede Bahn eine Ecliptik ist; insbesondere aber versteht man darunter einen Theil der Himmelssphäre, welcher sich um den Aequator herum ausdehnt und dessen Weite oder Breite die doppelte Neigung des Kreises zum Aequator ist. Jener Theil der Himmelssphäre, welcher wieder die Ecliptik umgibt und beiläufig dieselbe Ausdehnung hat, war immer unter dem Namen Zodiak, Thierkreis, bekannt. Dieser Raum ist nach den ältesten Begriffen die himmlische Begrenzung des Sonnensystems; die Planeten überschreiten diese nicht und alle Phänomene der Bewegung derselben erzeugen sich in dieser Grenze. Der Zodiak erhält in Bezug auf seine Ausdehnung einige Modification durch die kleinen Planeten zwischen Mars und Jupiter, von welchen einige die angegebene Grenze überschreiten, noch mehr aber wird er durch die Cometen modificirt, welche sich im System das Bürgerrecht erworben haben.

Indem die Lage der Erdbahn im Raume von der scheinbaren Sonnenbahn einfach abgeleitet ist, so befindet sie sich nach den entwickelten Ideen, wenn auch nicht ganz genau in der Ebene der Himmelsecliptik, doch wenigstens ist sie dieser parallel. Man muss sich somit vorstellen, dass in dieser Ebene die Erde jährlich einen — im Vergleich zu der Himmelsecliptik — sehr kleinen Kreis oder Ellipse beschreibt und zugleich um die Sonne kreiset. Diese Idee bedingt aber, dass nothwendiger Weise auch die Sonne in der Ebene der grossen Ecliptik sowohl als auch in jener der kleinen sich befindet, ein Umstand, welcher den Begriff des Systems von Copernik bedeutend erschwert.

Die Stellung der Sonne im Raume ist nicht anzugeben. Man stellt sich gerne vor, dass sie mit ihrem Gefolge, den Mittelpunct der Himmelssphäre einnimmt. Ein Fehler von einigen Milliarden Meilen — in welch immer einer Richtung — versetzt den Mittelpunct nicht bedeutend, aber bei dem gegenwärtigen Zustande der Wissenschaft kann man nicht sagen, ob dieses Centrum sich auf den Aequator, auf die Ecliptik, oder auf beide bezieht? Hält man an der Idee fest, dass die Neigung der Erde gegen die Sonne ist, dass diese sich in der Ecliptik befindet, so muss wohl die Erde sich in der Ebene dieses Himmelskreises bewegen. Wir werden aber sehen, wie das System selbst den Beweis liefert, dass die Erde sich nicht in der Ecliptik bewegt.

[27.] Die erste und Hauptfrage ist wohl, auf welche Art ein Weltkörper im Raume sich bewegt, um eine Figur zu beschreiben, welche dann ihre Bahn genannt wird? Die Wissenschaft nimmt aus guten Gründen an, dass es das Centrum einer Sphäre ist, welches sich stets in der zu beschreibenden Linie befindet, dass somit die Figur und Grösse der Bahn durch den Mittelpunct des Weltkörpers angezeigt werden.

Wir müssen annehmen, dass, so wie der Mittelpunct einer Sphäre als ein geometrischer Punct betrachtet wird, auch die Bahnlinie eine geometrische ohne Dimensionen ist. Würde man sich eine Bahn vorstellen, welche von der Sphäre — als ein Ganzes — beschrieben ist, so hätte man anstatt der Linie einen Cylinder, dessen Durchmesser gleich ist jenem der Sphäre. Dies vorausgesetzt sagen wir, dass dem Mittelpuncte der Sphäre ein Punct ihrer Oberfläche vorausgehen muss, welcher Punct beständig in der Bahnebene verbleibt, ob nun die Sphäre eine Rotation hat oder nicht. Dass dieser Punct in dem grössten Kreis der Sphäre sich befindet, ist selbstverständlich. Der grösste Kreis aber ist — bei einer Axendrehung — der Aequator. Hat nun der Weltkörper keine Rotation, so bleibt der vorausgehende Punct unverändert in seiner Stellung und gibt somit die Richtung der Bahn an. Ist eine Rotation da, so kommt mit jedem Moment ein anderer Punct des Aequators hervor, bis nach und nach alle seine Puncte hervorgehen. Dieser Umstand zeigt uns, dass die Ebene des Aequators eines mit der Axendrehung versehenen Weltkörpers sich nothwendigerweise in der Bahnebene befinden muss, woraus natürlich folgt, dass seine Rotationsaxe senkrecht auf der Bahnebene ist. Aus demselben Umstand folgt überdies, dass eine Sphäre, welche eine kreisförmige Bahn durchlauft, immer eine und dieselbe Hemisphäre dem Bahncentrum zuwendet. Diese wichtige Frage der Bewegung in der Bahn wird von der Theorie keineswegs aufgeklärt.

Indem er die Rotation analysirt, sagt Laplace: „Setzen wir „voraus, dass die Rotationsbewegung eines Körpers durch eine „ursprüngliche Impulsion hervorgebracht ist, welche nicht durch „den Schwerpunct geht. Aus dem, was wir in Nr. 20 und 22 „bewiesen haben, folgt, dass der Schwerpunct dieselbe Bewegung „annimmt, als wäre die Impulsion unmittelbar an ihm angebracht „worden, und dass der Körper um diesen Mittelpunct dieselbe „Rotationsbewegung annimmt, als wäre dieses Centrum unbeweg„lich.“ (Méc. céleste p. 83.)

Laplace untersucht, gegen welchen Punct des Erdhalbmessers die ursprüngliche Impulsion gerichtet war, um den Unterschied zwischen den beiden Geschwindigkeiten, jener der Rotation und der Translation hervorzubringen, und er findet das Verhältniss

Digitized by Google

sehr nahe $^1/_{160}$ des Halbmessers. Er bestimmt, dass die Impulsion — ausser dem Schwerpuncte — die beiden Bewegungen zugleich hervorbringt, und die Aequatorsebene nennt er die „Unveränderliche."

Aus diesen Untersuchungen folgt, dass die Idee, nach welcher die beiden Bewegungen der Erde von einander unabhängig sind, nicht annehmbar ist, und dass die Richtung (der Sinn) der beiden Bewegungen nur eine und dieselbe ist und sein kann, da sie zugleich und in derselben unveränderlichen Ebene statthaben.

Nach dem Systeme von Copernik oder vielmehr der Theorie nach ist der Erdäquator gegen die Ecliptik bedeutend (23° 27') geneigt, eine der Wissenschaft schon widersprechende Lage, und indem diese Lage den beiden Bewegungen verschiedene Richtungen anweiset, macht sie den Gang der Erde unmöglich.

Man möge es wohl überlegen: zu sagen, dass die zweierlei Bewegungen eines soliden, homogenen Körpers von einander unabhängig sind, und dass sie in zwei verschiedenen Richtungen stattfinden können, ist eben so viel, als würde man sagen, dass die Theile desselben soliden Körpers von einander unabhängig sind und jeder Theil nach einer beliebigen Richtung sich bewegen kann.

Welche nun immer die Kräfte sind und die Richtungen, in welchen sie auf eine Sphäre impulsiv einwirken, so kann ihre Resultante nur eine Richtung erzeugen und bestimmen; zwei Richtungen haben heisst „entzweien, vertheilen," vergebens bildete man sich ein, dass z. B. der Erdäquator beweglich ist, um sich in einer anderen Richtung zu bewegen als in jener der Translation; der Aequator würde sich unausweichlich von der Erde trennen und diese würde nicht mehr „Eine" sein, sie würde in zwei Stücke getheilt, sich besonders in deren eigenen Richtungen fortbewegen.

Wir haben gesehen, wie die Theorie auf diese widernatürliche Idee gerathen ist. Ist der Erdäquator in der Ebene der Erdbahn, so gibt es keine Ecliptik, keine Sonnendeclination und keine Jahreszeiten; die Erde bewegt sich im Aequator selbst. Nun hat die Theorie geglaubt, dass, wenn sie dem Erdäquator dieselbe Neigung gegen die Erdbahn gibt, in welcher die Ecliptik, die Sonnenbahn zum Himmelsäquator geneigt erscheint, so wird die Erde sich in der Ecliptik bewegen, und die beobachteten Phänomene werden sich erklären lassen; Irrung und Täuschung, Illusion des Urtheils!

[28.] Wenn die interessanten Untersuchungen von Laplace, welche vor ihm D'Alembert schon vornahm, auf genauen Angaben beruhen würden, so müssten sie das Verhältniss zwischen den beiden Geschwindigkeiten sowohl als auch die Grösse der Erdbahn angeben. Die Rotationsgeschwindigkeit der Erde ist bekannt, ein

Punct des Aequators durchläuft in 24 Stunden 10,000 Meilen, aber die Translationsgeschwindigkeit ist unbekannt, da man die Grösse der Erdbahn nach dem Systeme sich imaginirt.

Wenn bei der primitiven Impulsion die Kraft genau auf den Schwerpunct gerichtet ist, so wird keine Rotation erzeugt, die Translation aber erhält das Maximum der Geschwindigkeit, welche die Kraft hervorbringen kann: da die Geschwindigkeit nach der Theorie gleich der Kraft und daher die Kraft selbst ist. Jede andere Richtung der Impulsivkraft, auf die Sphäre ausgeübt, bringt zugleich eine Rotation hervor, welche eine um so grössere Geschwindigkeit erhält, als die Richtung der Kraft sich vom Centrum entfernt. Das Maximum der Rotationsgeschwindigkeit ist erreicht, wenn der Stoss den Endpunct des Halbmessers trifft, welcher somit in der Oberfläche der Sphäre liegt. Es ist ersichtlich, dass die Kraft, indem sie zwei Bewegungen hervorbringt, sich zerlegt, decomponirt, und zwar im Verhältniss der hervorgebrachten Geschwindigkeiten: indem die eine wächst, nimmt die andere ab; je schneller die Rotation, desto langsamer die Translation und umgekehrt; ihre Summe aber ist gleich der angewandten Kraft.

Leider müssen wir sehen, dass Laplace mit dieser Ansicht nicht einverstanden zu sein scheint, denn er drückt sich folgends aus: „Erhält ein Körper eine Impulsion in der Richtung, welche „seinen Schwerpunct trifft, so bewegen sich alle seine Theile mit „derselben Geschwindigkeit. Wenn die Richtung an der Seite „dieses Punctes den Körper trifft, so haben die verschiedenen „Theile seines Körpers ungleiche Geschwindigkeiten, und aus „dieser Ungleichheit geht die Rotationsbewegung des Körpers um „seinen Schwerpunct hervor: zugleich ist dieses Centrum mit der„selben Geschwindigkeit in Bewegung versetzt, welche es erhalten „hätte, wenn die Richtung der Impulsion durch diesen Punct ge„gangen wäre.“ (Système du Monde p. 173.)

Nach dieser — an sich schon unhaltbaren — Definition würde die Rotationsbewegung als eine additionelle, keinen Antheil an der Impulsivkraft haben, keine Kraft für sich vorstellen, sie würde mit einem Worte ein Nebenproduct sein, und die Translationsbewegung hätte die Totalkraft absorbirt. Diese Voraussetzung ist durch die Planetenbewegungen nicht bestätigt, da ihre Rotationsgeschwindigkeit in keinem bekannten Verhältniss mit ihrer Translationsgeschwindigkeit steht. Wenn wir aber die auf der Erdoberfläche beobachtbaren Phänomene betrachten, so müssen wir erkennen, dass die Vergrösserung der einen Geschwindigkeit auf Kosten der anderen ist. So z. B. ist auf der Erde möglich, die Gesammtkraft auf die eine oder die andere Bewegung vereinzelt oder auf selbe vertheilt zu verwenden; ja es ist möglich, eine Ro-

tationsbewegung allein hervorzubringen: wodurch nun der Beweis vorliegt, dass die Kraft nicht *allein* die Translationsbewegung absorbirt und dass das Centrum unbeweglich bleiben kann.

Von der Axendrehung sprechend sagt Laplace ebendort: „Die „Wahrscheinlichkeit ist unendlich klein, dass die ursprüngliche „Projection genau durch den Schwerpunct der Planeten, der Sa„telliten und der Cometen ging: folglich müssen alle diese Körper „sich „um sich selbst" drehen. Aus einem ähnlichen Grunde „musste die Sonne, welche sich „über sich selbst" dreht, eine Im„pulsion erhalten haben, welche nicht durch den Schwerpunct „gehend, sie in dem Raum bewegen macht mit dem Planetensystem, „wenn nämlich nicht eine Impulsion im conträren Sinne ihre Be„wegung vernichtete, was nicht wahrscheinlich ist."

Aus diesen letzten Worten scheint, dass Laplace doch nicht so ganz gewiss war, ob die Sonne eine Translation oder ob sie keine hat; denn sonst hätte er sagen müssen: „dass eine conträre Impulsion nicht stattfand, indem die Sonne ihre Bewegung noch immer hat." So zeigt sich die Unbestimmtheit, die Unsicherheit der theoretischen Ansichten! Man beweiset durch die Macht der Analyse, dass, wenn eine Rotation da ist, auch eine Translation da sein muss, indem „der Schwerpunct mit derselben Geschwindigkeit sich bewegt, als würde die Kraft direct auf denselben gerichtet worden sein." Die Rotation der Sonne ist ein nicht abzuläugnendes Factum; ist somit ihre Translation „nur wahrscheinlich," so sind die analytischen Demonstrationen weniger als wahrscheinlich.

[29.] Dass die beiden Bewegungen der Erde in demselben Sinne vorgehen, ist durch die Beobachtung vollkommen erwiesen: es ist demnach nicht die Wissenschaft, welche den Beobachtungen widerspricht; die Verläugnung dieser Thatsache könnte nur von einer unverbesserlichen Obstination ausgehen.

Nach dem System und nach der Theorie ist die Neigung der Erde — in Rotation — gegen die Sonne, ihre Neigung in Translation ist entgegengesetzt, sie ist die Abneigung gegen die Sonne. Sie will somit zu gleicher Zeit sich der Sonne nähern und sich von ihr entfernen.

Wenn wir nun sagen, dass die Ebene des Erdäquators sich in der Ebene der Bahn befindet, so muss sich die Erde in der Ebene des Himmelsäquators bewegen; in diesem Falle sind die Ebenen des Aequators und der Ecliptik identisch; die Acceleration der Sterne findet noch statt, die Erde wendet immer dieselbe Hemisphäre der Sonne zu, es gibt aber weder eine Sonnendeclination noch Jahreszeiten. Hieraus folgt, dass den Phänomenen nach die Erde sich nicht in der Ebene des Himmelsäquators bewegt. Wenn aber die Ebene des Erdäquators sich in der Ebene der

Ecliptik befindet, so finden ihre beiden Bewegungen gleichfalls in demselben Sinne statt, es sind Declination der Sonne, Jahreszeiten, Parallelismus der Erdaxe, Acceleration der Sterne etc. da, der Erdäquator aber ist mit dem Himmelsäquator nicht parallel. Hieraus folgt, dass die Erde sich auf diese Art auch in der Ecliptik nicht bewegen kann. Es bleibt somit der Theorie nichts übrig, als die Neigungen der Ebenen und der Axen zu bewerkstelligen, wenn sie durchaus haben will, dass die Erde sich in der Ecliptik bewege. Nachdem aber Rotation und Translation in derselben Richtung vorgehen, nachdem der Erdäquator zur Erdbahn nicht geneigt sein kann, so folgt hieraus, — ohne Gewaltthätigkeit — dass die Erde sich nicht in der Ecliptik bewegt.

Um den Parallelismus der Erdaxe zu erhalten, musste man die Erde in ihrer Bahn rücklings gehen machen. Arago sagt hierüber (II. p. 246, 249):

„Als die Kenntnisse über Mechanik sich vervollkommneten, „sah man wohl, dass die Circularbewegung einer Sphäre um einen „Mittelpunct und ihre Rotationsbewegung über sich selbst ganz „und gar eine von der andern unabhängig sind; dass eine Sphäre „circuliren kann, indem sie stets zu sich selbst parallel bleibt, so „dass der Theil, welcher in einer Portion der Curve der Bewegung „voraus ist, zurück sei, wenn die halbe Revolution beendet ist."

Diese ist nun eine jener unhaltbaren Ideen, von welcher man sich mit einigem Nachdenken befreien kann.

Zwei gleichzeitige Bewegungen durch dieselbe Impulsion hervorgebracht, also in derselben Richtung vorgehend, können von einander nicht unabhängig sein. Man kann sich die Rotation oder die Translation der Erde durch den Gedanken von einander isolirt vorstellen, nicht aber selbe factisch trennen. Diese beiden von einander unzertrennlichen Bewegungen der Erde gehen mit ihren eigenen Geschwindigkeiten zugleich vor sich, sie sind in einander verschmolzen und in jeder noch so kleinen oder augenblicklichen Bewegung vereint vorhanden. Würden sie von einander unabhängig sein, so müsste man sie auch besonders, jede für sich beobachten können, was nicht möglich ist. Diese unglückliche Idee der Unabhängigkeit der Rotation von der Translation ist vorzüglich daran Schuld, dass die Theorie die Rotationsdauer der Erde nicht kennt: sie ist daran Schuld, dass man dem Erdäquator die Neigung gegen die Erdbahn gegeben und dadurch eine andere unglückliche Idee sich machte, nach welcher Rotation und Translation in zwei verschiedenen Richtungen vorgehen können; ja man ist so weit gegangen, zu sagen, dass diese Bewegung mit den Gesetzen der Mechanik übereinstimmend ist. Wenn aber die Mechanik das Gesetz der Resultanten aufstellt, wenn sie beweiset, dass dieselbe

Impulsion, welche die Rotation und die Translation zugleich hervorbringt, auch die Richtung derselben angibt — welche somit nur eine und dieselbe sein kann, so fragt es sich, welche sind jene Gegengesetze, welche die Mechanik aufgestellt hat, um sich selbst zu — morden?

Welche Folgen aber würde das Rücklingsgehen der Erde in ihrer Bahn herbeiführen? Durch die Rotation — beständig in demselben Sinne — wendet sich die Erde stets der Sonne zu, ein zur täglichen Bewegung gehöriges, wohlbekanntes Phänomen. Durch das Rücklingsgehen aber wendet sich die Erdsphäre von der Sonne ab, d. h. die Richtung der Translation wechselt beständig, daher können die beiden Bewegungen nur in einem einzigen Puncte der präsumirten Bahn, in einem Momente des Jahres in demselben Sinne sein; von da an divergiren sie immer mehr und mehr, bis sie sich nach einem halben Jahre in der Hälfte der Bahn entgegengesetzt sind etc. Die tägliche Abwendung der Erdsphäre von der Sonne ist genau der 365·2422ste Theil ihres Aequatorialumfanges, woraus folgt, dass ihre der Sonne zugewendete Hemisphäre täglich sich um diese Quantität abwendet, und im Laufe des Jahres die Erde graduell ihre ganze Sphäre der Sonne zu- und wieder abwendet. Somit ist die Erde genöthigt — wie man sich ausdrückt — sich einmal im Jahre „um ihr Centrum" umzudrehen.

Die unausweichliche Folge dieser Bewegung ist, dass die Erde, indem sie sich von der Sonne abwendet, in der Gegenwart der Sterne bleibt, d. h. indem sie der Sonne täglich einen anderen Theil ihrer Sphäre zeigt, kehrt sie den Sternen immer dieselbe Seite zu. Die Sternzeit verwandelt sich in die mittlere Zeit, und die Sonne, deren Rectascension stets wächst, kommt in den Meridian täglich um 3′ 55″ 909 später als 24 Stunden mittlerer Zeit. Die beiden Zeiten sind vergrössert; die Sterne richten sich nach mittlerer und die Sonne nach einer unbekannten Uhr. Dafür aber kommt auf diese Art die „wahre Rotationsperiode" hervor, welche der Sterntag ist. Wir sehen hieraus, dass, um der Mechanik und ihren Gesetzen genug zu thun, man das wichtigste Phänomen der jährlichen Bewegung, die einmalige Umdrehung der Himmelssphäre abolirt und die Beobachtung verläugnet. Wir sehen aber auch, dass das Rücklingsgehen nicht viel beiträgt zur Rettung eines Systems, nach welchem die Bewegung der Erde unmöglich ist.

[30.] Die Erde bewegt sich nach der Theorie definitiv in der Ecliptik, welche eine geschlossene Ellipse und zum Aequator 23° 27′ geneigt ist. Diese Ecliptik, welche man ohne Ceremonie zu einem grossen Himmelskreise erhoben hat, ist mit Axen und Polen

versehen, woraus folgt, dass es nun zwei grosse Himmelskreise, zwei Weltaxen und vier Weltpole gibt. Die gewöhnliche Weltaxe mit ihren Polen ist für den täglichen Gebrauch; die ungewöhnliche, neu entdeckte Weltaxe, und ihre Pole sind zum jährlichen Gebrauche bestimmt und vorbehalten. Nun hat man sich eingebildet: „bleibt „der Erdäquator in der Ebene des Himmelsäquators, so verändert „sich die Declination der Sterne nicht, da diese viel zu weit von „der Erde entfernt sind, die Declination der Sonne aber kann sich produciren.“ Die Neigung der Ecliptik soll aber doch noch einen Effect hervorbringen, und dieser kann kein anderer sein, als dass die Pole derselben am Himmel Kreise beschreiben, oder was dasselbe ist, die Sterne um diese Pole kreisen, jedoch so, dass nur einige unter ihnen veritable Kreise, die übrigen aber je nach ihrer Lage zur Ebene der Ecliptik mehr oder weniger geplattete Ellipsen und auch gerade Linien beschreiben. Auf dieses eingebildete Phänomen, welches die Beobachtung nicht nachzuweisen vermag, ist die Theorie der Aberration begründet worden. Die Theorie behielt trotz der Fortschritte der Beobachtung diese Anschauung bei, denn sie gab sich noch nicht die Mühe, die Himmelserscheinungen näher zu betrachten und ihre Charactere zu studieren.

Ohne die Sternenbeobachtungen, welche bis heute schon zu einer bedeutenden Masse angewachsen sind, zu kennen; hat aber schon Copernik selbst eingesehen, dass die Erde in einer geneigten Bahn, mit einer zu dieser geneigten Axe sich nicht wohl bewegen könne, und er dachte ernstlich daran, wenn auch nicht das System selbst, doch aber dessen Theorie abzuändern. Er hat nämlich der Erde eine dritte Bewegung zugeschrieben, welche im conträren Sinne der beiden ersten vorgeht; zu dieser Idee leitete ihn die Präcession und einige andere Phänomene. Er nannte die dritte Bewegung „Declination,“ und diese bestand darin, dass die Erde, um den Parallelismus ihrer Axe zu wahren, stets eine kleine Bewegung nach rückwärts macht. Wir haben gesehen, wie Laplace meint, dass hiedurch Copernik sein System unnöthigerweise complicirt hat, welches die Einfachheit selbst und der höchste Grad der Gewissheit ist; für uns aber hat die Idee Copernik's einen grossen Werth, sie zeigt, dass dieser ausgezeichnete Geist erkannte, dass die beiden Bewegungen der Erde, ja vielleicht auch der geschlossene Kreis nicht hinlangen, um die Himmelsphänomene zu erklären. Dass die Nachfolger dieses grossen Denkers seine Idee verworfen haben, die Phänomene, auf welche er sie stützte, als imaginäre erklärten und somit Alles in der schönsten Ordnung gefunden und damit geendet haben, dass sie diese präsumirte Declination Copernik's durch das Rückwärtsgehen der Erde und ihrer

Digitized by Google

Rotation ganz genau restaurirt, verbessert und durch die Gesetze der Mechanik auch bewiesen haben.

Wir haben gesehen, dass die Rectascension der Sonne — man hat sie ja supprimirt — durch die der Erde zugewiesene Bewegung nicht zu erklären ist, von einer Erklärung der Variationen des Mittags ist ohnehin keine Rede. In der That existirt kein astronomisches Buch, in welchem das Phänomen der geraden Aufsteigung der Sonne verständlich vorgetragen ist; nachdem man aber dieses Phänomen, so wie es sich wirklich zeigt, durch das Rückwärtsgehen gänzlich vernichtet hat, so wird es wohl klar, dass die Theorie dasselbe nicht begreifen kann. Sie glaubt aber, dass das Phänomen der Sonnendeclination durch die Neigung der Ecliptik klar dargethan ist; dies ist Irrthum und Täuschung zugleich. Die Geschwindigkeit der Sonnenbewegung in Declination ist veränderlich; sie erreicht ihr Minimum eben in den Endpuncten der Erdbahn, in deren einem die jährliche Bewegung der Sonne das Maximum ihrer Geschwindigkeit haben soll; das eine Solstitium nämlich fällt mit dem Perihel oder mit der Perigée zusammen. Es fällt demnach der Theorie gar nicht bei, erklären zu wollen, wie diese variablen Geschwindigkeiten in der Declination bei der Bewegung der Erde in der Ecliptik möglich sind?

Die Ideen über den Parallelismus der Erdaxe sind nicht correct. Einmal sagt man, die Axe soll mit sich selbst parallel bleiben, das anderemal soll sie im „Raume“ immer dieselbe Lage haben, sie soll sich immer nach derselben Himmelsgegend richten. Der langen Rede kurzer Sinn ist, dass, sowie z. B. der Erdäquator mit dem Himmelsäquator zusammenfällt, so müssen die Weltaxe und die Weltpole mit jenen der Erde zusammenfallen. Eine andere Art von Parallelismus gibt es nicht.

Laplace sagt: „Die ganze Astronomie beruht auf der Unver„änderlichkeit der Erdrotationsaxe, auf der Oberfläche des Erd„sphäroids und auf der Gleichförmigkeit dieser Rotation.“ „Die „Dauer einer Revolution der Erde ist das Zeitmaass.“ „Die Erdaxe „bewegt sich um die Pole der Ecliptik.“ (Méc. céleste V. p. 16).

Der letztere Satz ist nicht klar genug, indem man daraus folgern könnte, dass die Rotationsaxe eine eigene, von der Erdbewegung unabhängige Bewegung hat. Uebrigens gibt Laplace die Aufklärung über diesen Satz in seinem Syst. du Monde p. 173, wo er sagt: „Durch die Impulsion auf eine homogene Sphäre in einer „Richtung, welche nicht durch ihr Centrum geht, drehet sie sich „beständig um einen Durchmesser, welcher senkrecht auf die „Durchschnittsebene seines Mittelpunctes und der Richtung der „Kraft ist. Neue Kräfte, welche auf alle ihre Puncte einwirken, „und deren Resultante durch ihr Centrum geht, verändern den

„Parallelismus der Rotationsaxe nicht; auf diese Art ist die Erd-„axe immer nahe parallel zu sich selbst, während ihrer Revolution „um die Sonne, ohne dass es nöthig wäre mit Copernik eine jähr-„liche Bewegung der Erdpole um jene der Ecliptik sich vorzustellen."

Also die Erdaxe bewegt sich um die Pole der Ecliptik nicht. Auch gut. Aus dieser Darstellung kann man entnehmen, dass sich der Parallelismus auf die Unabänderlichkeit der Erdaxe in Bezug auf das Erdsphäroid reducirt, d. h. die Axe ist auf den Aequator stets senkrecht. Man weiss es übrigens, dass die Erdaxe in Bezug auf die Sterne nicht in derselben Richtung bleibt, dass z. B. die Polarsterne periodisch abwechseln, man weiss, dass eine Versetzung der Axe im Raume bedeutend werden kann.

Dem Monde z. B. wird eine Rotationsaxe zugemuthet; welche nun immer die Lage dieser Axe in Bezug auf die Erde ist, so kann sie ihren Parallelismus in Bezug auf die Sterne während einer Mondesrevolution nicht erhalten, ausgenommen, wenn man sie mit den nöthigen Rückwärtsgängen versieht.

Wir können demnach sagen, dass ein Parallelismus der Erdaxe im Raume oder in Bezug auf die Himmelssphäre, so wie sich die Theorie diesen vorstellt, nicht existirt, ja dass er nicht einmal eine Nothwendigkeit oder eine Bedingung der Bewegung im Allgemeinen oder jener der Rotation ist.

Wenn sich die Weltkörper im Raume bewegen, sich darin versetzen und nebstbei Curven beschreiben, so müssen ihnen ihre Axen wohl überall nachfolgen oder mit ihnen zugleich vorwärts gehen, sich drehen und wenden, wie sich die Sphären drehen und wenden. Einfach ausgedrückt lautet dies, dass die Bewegung nicht der Axe folgt, sondern umgekehrt die Axe eine Function der Bewegung ist, wenn ihre Lage in die Rede kommt.

Die Beobachtungen constatiren, dass während einer gewissen Zeitperiode die Erdaxe in Bezug auf die Sterne ihre Richtung scheinbar beibehält, dass aber diese Richtung veränderlich ist. Wenn demnach die Erdaxe ihre Richtung im Raume ändert oder wechselt, so geschieht dies in Folge der Erdbewegung, welche wieder an jene der Sonne gebunden ist, woraus folgt, dass die Puncte und Kreise auf dem Himmel, welche die Erdpuncte und Kreise vorstellen, nothwendigerweise auch ihren Ort wechseln müssen, eben nach den Aenderungen in der Lage der Erdaxe. Mit anderen Worten, so wie wir dies schon bemerkten, welche immer die Lage der Erde und ihrer Axe im Raume sei, ihr Aequator, ihre Pole und ihre Parallelkreise sind immer und überall getreu auf der Himmelssphäre nachgebildet.

Diese Veränderungen in der Position der Erde, welche der Beobachtung nicht entgehen, bedingen die Veränderungen in den

scheinbaren Stellungen aller Himmelskörper. Indem es sich immer darum handelt, dass die Erklärungen mit den beobachteten Phänomenen übereinstimmen, so wird es deutlich, dass das System von Copernik die Phänomene der Ortsversetzung im Raume nicht erklären kann.

[31.] Die Bewegung der Erde kann nicht direct beobachtet werden, sagt man; daher ist es natürlich, dass man sich etwas einbilden muss, was im Nothfalle die reellen Kenntnisse ersetzt. Wohlan, dieses Argument lässt sich nicht anwenden auf den Mond, dessen Bewegungen direct beobachtet werden können, und der durch seine Nähe uns um so wichtigere Aufschlüsse geben kann, als durch seine Bewegung — indem er an die Erde gekettet ist — auch die Bewegung seines Planeten angezeigt wird.

Warum kennt also die Theorie die Bewegung des Mondes nicht? Darum weil sie behauptet, dass unser Satellit nach dem System von Copernik und nach den Gesetzen Kepler's in einer geschlossenen Ellipse um den Mittelpunct der Erde kreiset. Wir werden sogleich sehen, wie der Mond diese Gesetze befolgt.

Der Umstand, dass der Mond stets dieselbe Hemisphäre der Erde zukehrt, hat die Theorie verleitet, ihm eine Rotation beizulegen, deren Dauer genau gleich ist der Dauer einer Mondesrevolution „um die Erde." Es handelt sich nun darum, zu entscheiden, welche ist die der Erde zugekehrte Seite, und welche ist die Lage seiner Rotationsaxe? In seinen Untersuchungen gibt Laplace in Bezug auf den Mond den drei Hauptaxen einer Sphäre eine Bedeutung, welche die Theorie auf die übrigen Weltkörper nicht anwendet. Nach Laplace sind diese drei Axen des Mondes von verschiedener, ungleicher Länge, die längste ist der Erde zugekehrt.

Es ist allgemein bekannt, dass eine Sphäre eine unendliche Menge von Durchmessern, also Axen besitzt, deren jeder, eventuell, Rotationsaxe werden kann. Wenn man sonach unter ihnen sich drei aussucht und sie Haupt- oder Cardinalaxen nennt, so thut man dies, um die drei Coordinaten zu haben, welche aufeinander senkrecht stehen und die drei Dimensionen des Raumes oder überhaupt eines sphärischen oder anderen Körpers bestimmen. Sonst aber entstehen diese drei Hauptaxen ausschliesslich nur durch die Rotationsbewegung der Sphäre, und in diesem Falle wird eine unter ihnen zur Rotationsaxe, die beiden anderen aber sind in der Ebene des Aequators — welcher gleichfalls das Product der Rotation ist — senkrecht aufeinander.

Das Resultat der Beobachtungen, die wohlverstanden sich auf das Scheinbare beziehen, und der verschiedenen Theorien ist, dass die Rotationsaxe des Mondes fast senkrecht auf seiner Bahnebene steht, dass folglich die Ebene seines Aequators mit seiner Bahnebene

fast zusammenfällt, woraus folgt, dass die Mitte seiner von der Erde gesehenen Scheibe von der Linie seines Aequators durchgeschnitten ist.

Man liest in Laplace (Méc. céleste V. p. 351) „Newton be„trachtet die Mondesbahn als eine bewegliche Ellipse, deren Mit„telpunct die Erde einnimmt und deren Perigée auf die Art der „Sonne folgt, dass die kleine Axe der Ellipse stets und immer den „Syzygien, die grosse aber den Quadraturen entspricht. Diese Be„trachtung ist exact, aber sie erforderte eine Demonstration."

Nach der gegenwärtigen Theorie beschreibt der Mond seine geschlossene Ellipse um den Mittelpunct der Erde nach dem Flächengesetz: die Ebene seiner Bahn ist zur Ebene der Ecliptik 5^0 geneigt. Wir haben hier nur eine Bemerkung zu machen, welcher die Theorie — vielleicht — nicht widersprechen wird: dass nämlich der Mond von der Erde in ihrer Bahn fortgerissen oder mitgezogen wird, und dass folglich der Mond der Erde nachfolgen muss. Was sich vom Monde versteht gilt für alle Planeten, die eben so von der sich bewegenden Sonne fortgerissen werden.

Was ist aber die Bedeutung der beiden Worte „fortgezogen werden" und „nach Etwas folgen?" Ist es nicht ganz einfach, dass ein Körper von einem andern fortgezogen, demselben gezwungen folgend sich nicht vorne befinden, nicht jenem in seinem Weg vorausgehen kann? Wenn der fortgezogene Körper eine eigene Circularbewegung besitzt, so repräsentirt diese, was wir seine eigene, ihm eigenthümliche Geschwindigkeit nennen; überdies erhält aber der Körper noch jene Geschwindigkeit, welche ihm der fortreissende Körper mittheilt. Diese auferlegte, aufgedrungene, zugetheilte Geschwindigkeit haben wir mit „vitesse d'entrainement" bezeichnet, im deutschen können wir einstweilen dafür „Führungs- oder Leitungs-Geschwindigkeit" annehmen zum Unterschiede der eigenen. Die Summe beider wird die absolute Geschwindigkeit des Planeten oder Satelliten im Raume sein.

Aus diesen Anmerkungen folgt schon, dass die Bewegung eines Weltkörpers „um das Centrum" eines andern in der Wirklichkeit unmöglich ist, was jedoch nicht ausschliesst, dass man analytische Untersuchungen und Demonstrationen machen könne in der Voraussetzung einer Wahrscheinlichkeit und, wir wissen dass, unter den unerlässlichen Suppositionen, das fixe Centrum und die fixe Ebene den ersten Platz einnehmen.

Die beiden Geschwindigkeiten eines im Raume fortgezogenen Weltkörpers vereinigen sich in eine und dieselbe, sie sind nicht trennbar; woraus folgt, dass, indem die Entfernung der beiden Körper dieselbe bleibt, ganz unmöglich gemacht ist, dass der dem

andern folgende Körper während der gemeinschaftlichen Translation sich bald vorne bald rückwärts befinde.

Wenn wir nun nach dieser Betrachtung die Position des Mondes, in Bezug auf die Erde, nach dem System von Copernik uns vergegenwärtigen, so finden wir alsogleich, dass den Beobachtungen entgegen der Mond nicht in demselben Sinne mit der Erde sich bewegen kann, und indem seine Circulation um seinen Planeten mit der Erdrotation verglichen werden kann, so kann auch alles das, was wir über Rotation sagten, Wort für Wort auf die Bewegung des Mondes in seiner theoretischen Bahn angewendet werden.

Nach der gegenwärtigen Annahme ist der Umfang der Mondesbahn, beilaufig ein Vierhundertel des Erdbahnumfanges. Die eigene Geschwindigkeit des Mondes ist auf 936 Metres in der Secunde anzunehmen, was in einem Tage 20213 Meilen gibt. Dies ist beiläufig die doppelte Geschwindigkeit eines Erdäquatorpunctes in Rotation. Die Translationsgeschwindigkeit der Erde — welche schon die Sonnengeschwindigkeit in sich enthält — wird mit 7·6 Meilen in der Secunde angenommen: hieraus folgt, dass die Führungsgeschwindigkeit des Mondes täglich 657660 Meilen und somit seine absolute Geschwindigkeit im Raume in 24 Stunden = 677873 Meilen ist. Die beiden Geschwindigkeiten verhalten sich demnach nahe wie 1 zu 30.

Setzen wir voraus, dass der Mond eben in seinem ersten Viertel ist: in dieser Position wird er — nach dem Diagramm des Copernik — mit der Erde sich in demselben Sinne bewegen, beide richten sich nach der Erdbahn gegen die Sonne. Wie soll nun der Mond anstellen, um seine Revolution „um den Mittelpunct der Erde" vollzuziehen? Er muss seine eigene Geschwindigkeit jeden Augenblick ändern, diese stufenweise beschleunigen und dann wieder eben so vermindern. Zur Opposition angelangt, hat er den vierten Theil seiner Revolution zurückgelegt, hat einen um 149225 Meilen längeren Weg als die Erde gemacht; von dieser Stelle an muss er noch mit seiner eigenen Geschwindigkeit gehen, um der Erde vorzukommen; in der That in sein letztes Viertel angelangt, geht er voraus und die Erde ihm nach; bis hierher hat der Mond seine halbe Revolution vollendet und im Ganzen einen additionellen Weg von 298450 Meilen durchgemacht. Um nun seinen Lauf fortzusetzen, muss er von diesem Puncte aus sich bei Seite wenden, um der Erde den Vortritt zu gestatten, welche somit in ihr Recht tritt, voraus zu gehen: die Folge davon ist, dass, um zu seinem Ausgangspuncte zurückzukommen, der Mond einen retrograden Weg von 298450 Meilen einschlagen muss, daher sich plus und minus aufheben und dem Monde — in Summe — gar keine eigene Geschwindigkeit bleibt.

Digitized by Google

Es ist evident, dass bei der Stellung des Mondes nach dem System seine grösste Geschwindigkeit zwischen den Quadraturen ist, als er durch die Opposition passirt, und dass in der zweiten Hälfte seiner Bahn die Geschwindigkeit negativ wird. Es ist evident, dass die Differenz seiner grössten und kleinsten Entfernung von der Sonne der Durchmesser seiner Bahn = 190000 Meilen ist; aber noch mehr evident ist es, dass diese Bahn weder ein Kreis, noch eine andere geschlossene Curve ist, indem ihre beiden Endpuncte mehr als 19 Millionen Meilen von einander entfernt sind. Welche ist nun die vom Monde beschriebene Figur?

Betrachtet man seine fixe Bahn als das Rad eines Wagens, welches sich um den Mittelpunct der Erde drehet, so wird er nach der Theorie mit jeder Revolution eine Cycloide beschreiben, deren beide Axen im Verhältniss wie 1 zu 100 nahe sind. Wir werden sogleich sehen, dass dies eine grundlose Annahme ist, da der Erdmittelpunct nicht die Axe eines Wagenrades ist; so muss wohl der Mond seine Revolutivcurve beschreiben, während er der Erde folgt.

Man sieht es wohl, dass der Mond gar keine Art Curve „um die Erde" beschreiben kann, während er von dieser mitgerissen wird. Die Figur wird demnach eine offene, eine in das Unendliche fortgesetzte sein, eine sehr ausgedehnte Spirale, welche während einer Revolution sich über die Erdbahn schlingt und deren Länge mehr als 19 Millionen Meilen beträgt, während der Halbmesser ihres Ringes bei 95000 Meilen ausmacht. Wo ist nun die Ellipse, was wird aus den Flächen, welche der radius vector beschreibt?

Der Ring der Spirale, welcher den Umfang der Revolutivcurve enthält, projicirt sich — central gesehen — als ein Kreis, somit kann man sich in diesem Falle noch eine Ebene vorstellen, und da der Mond in der Gegenwart der Erde verbleibt, so zeigt sich dieser die Spirale als ein Kreis, welchen man auch in der That sieht und beobachtet. Dieser Umstand aber enthält den deutlichen Beweis, dass der Mond nicht „um die Erde" seine Revolutivcurve beschreibt, sondern eine ganz andere Lage in Bezug auf seinen Planeten haben muss, als jene ist, welche ihm das System anweiset.

[32.] In den Büchern findet man die Mondesbewegung folgends beschrieben: Auf der Himmelssphäre beschreibt er „Spiren," Schneckenwindungen, welche sich nicht schliessen; um die Erde bewegt er sich in einer geschlossenen Ellipse nach dem Flächengesetze; im Raume endlich beschreibt er „Sinuositäten," schlängelnde Krümmungen. Man bemerkt, dass der Mond die Gesetze Kepler's — strenge genommen — nicht befolgt, aber endlich hat er Unrecht, und seine Bewegung wird als eine unregelmässige erklärt.

Digitized by Google

Anstatt nun über die Natur der vom Monde beschriebenen Curve eine Aufklärung zu geben, verwirrt die Theorie diese Frage noch mehr und vergrössert die Confusion. Von beiden das Eine: entweder verhält sich der Mond nach den Gesetzen Kepler's oder er respectirt diese Gesetze nicht. Im ersten Falle können seine Bewegungen nicht unregelmässig sein, im zweiten aber beziehen sich jene Gesetze nicht auf ihn.

Wenn — von der andern Seite — der Mond überall und beständig nach allen Richtungen angezogen wird, von der Sonne, von der Erde und von allen andern Weltkörpern, wenn er fortwährend gestört (perturbirt) wird — zufällig auch von den Cometen, wenn er trotz seines steten Falles gegen die Erde durch die Centrifugalkraft ferne gehalten, von den Sonnenstrahlen zurückgeworfen, durch die Wärme belästigt, vielleicht auch vom Zodiacallicht beunruhigt, vom Ethèr in seinem Weg aufgehalten etc. wird, wie kann man noch verlangen, dass er die Gesetze Kepler's ganz genau befolge?

Zu allen Zeiten wusste man, dass der Mond die Erde auf ihrer jährlichen Excursion begleitet: hätte man jemals die Natur der von ihm beschriebenen Curve mit Aufmerksamkeit geprüft, ja selbst mit Beibehaltung des Systems von Copernik geprüft, so hätte man sich diese — wenigstens annähernd — erklären können aus seinen verschiedenen Lagen und Stellungen während eines Monates und während eines Jahres. Hätte man dieser Prüfung das Studium der perspectivischen Projection zugesellt, welches Studium die Theorie gänzlich vernachlässigt, so hätte man eine grosse Menge seiner verschiedenen Phänomene erklären können, ohne sich auf die Hypothese heftiger Wirkungen, unbekannter Ursachen verlegen zu müssen.

Um sich rationelle Begriffe von der Bewegung der Weltkörper zu verschaffen, muss man auf eine andere Reihe von Ideen übergehen; man muss aus den Grenzen der ebenen Geometrie hinaustreten, welche heute noch für hinlänglich gehalten wird, um alle Complicationen der beobachteten Phänomene zu erklären. So lange man die geschlossenen Curven, die fixen Mittelpuncte und die fixen Ebenen beibehält, wird man zu jenen Begriffen nicht gelangen, welche mit der Realität übereinstimmen.

Sich auf das Wissen seiner Lehrer verlassend, ihrer Weisheit vertrauend, schmiegt sich der Student ihren Ideen; er nimmt willig die Curven und Kegelschnitte, welche die Geometrie lehrt, als Figuren an, die sich in der Realität in den Himmelsräumen vorfinden. Es ist demnach nicht an ihm, seine Meister daran zu erinnern, dass eine in sich rückkehrende Figur unmöglich ist, sobald das Centrum sich bewegt; es ist nicht an ihm, zu bemerken,

Digitized by Google

dass die Verlängerung oder Entwicklung der Curve von der Geschwindigkeit des Centrums abhängt; es ist nicht an ihm, zu sagen, dass z. B. der Mond um die Erde keinen Kreis beschreiben kann, wenn diese mit einer 30mal grösseren Geschwindigkeit vorauseilt, und dass folglich die Idee einer Circulation um das Centrum eine unreife ist. Wenn man ihn nun lehrt, dass ein Weltkörper. die Erde z. B. oder der Mond, nach vollbrachter Revolution auf dieselbe Stelle seiner Bahn zurückkehrt, so ist kein Zweifel mehr möglich, dass das Centrum fix ist, und dass man den von der Curve eingeschlossenen Raum als eine fixe Ebene zu betrachten hat. Wenn man nun aber nicht mehr behaupten kann, dass der Mittelpunct unbeweglich ist, was z. B. in Bezug auf den Mond zu allen Zeiten klar gewesen ist, und die Theorie stellt dennoch die mehr als sonderbare Idee auf, dass „wenn die Curve auch nicht geschlossen ist, so bleibt wenigstens ihre Ebene fix, welche z. B. der Mond mit sich führt," — wie dies auch Newton bemerkt hat. Was soll — fragen wir — der Lehrling denken über den Scharfsinn seines Meisters?

Ihrer Natur nach setzt die geschlossene Curve für den dieselbe beschreibenden Körper eine Bewegung nach allen — in einer Ebene möglichen — Richtungen voraus, insbesondere aber zwei Richtungen in Bezug auf den Ausgangspunct, welche aufeinander stets — in jedem Moment — senkrecht sind. Das heisst, der sich bewegende Punct durchläuft die Hälfte der Curve in der Richtung beider Axen derselben; dies ist auch der Fall in der zweiten Hälfte der Curve, es ist aber ersichtlich, dass die Hauptrichtungen der Bewegung in den beiden Hälften sich entgegengesetzt sind. Ist die eine Hälfte der Bewegung direct, so ist die andere retrograd.

Ein um einen fixen Punct kreisender Körper kann im Raume nicht weiter gehen als bis zur Länge des Diameters seiner Curve. und um seine ursprüngliche Stelle einzunehmen, muss er dieselbe Länge zurückgehen. Eine solche Curve in seiner Ebene gesehen, stellt sich als eine gerade Linie dar, und der Körper wird scheinbar in dem Durchmesser seiner Bahn auf- und abgehen wie ein Pendel. In diesem Falle ist die Bewegung in der andern Richtung, welche ein zweiter auf den ersteren senkrechter Diameter repräsentirt, gänzlich aufgehoben, sie ist nicht wahrnehmbar: so wie z. B. ein Körper, der in der Richtung unserer Vision sich bewegt, stille zu stehen scheint. Ist die erste Richtung der Bewegung vertical, so ist die zweite horizontal, woraus folgt, dass die Circularbewegung eine Combination von zwei Hauptrichtungen ist etc.

Wenn wir nun zum Effecte der Perspective das Phänomen der veränderlichen Geschwindigkeiten hinzufügen, wohl wissend, dass die grösste Geschwindigkeit in der Mitte der Geraden ist,

Digitized by Google

und dass sie auf beiden Seiten dieser Mitte graduell abnimmt bis zu den beiden Endpuncten der Linie, wo die Bewegung aufzuhören scheint, so haben wir beiläufig das Bild der Sonnendeclination.

Ist der Student nicht im Besitze der unerlässlichen Fundamentalbegriffe oder der Elementarkenntnisse, so wird er schwer begreifen, wie z. B. die sehr verlängerte Spirale, welche der Mond beschreibt, auf dem Himmel sich als ein Kreis darstellt: wenn er aber nachdenkt, dass der gestirnte Himmel überall sich als eine Sphäre zeigt, welche immer die Lage der Erde sei, so wird er begreifen, dass, welch immer der Raum sei, in welchem eine Revolutivcurve beschrieben ist, ihr Effect auf die Himmelssphäre derselbe sein wird, Dank der grossen Ferne der Sterne und ihren bleibenden relativen Stellungen.

Der tägliche Himmelskreis durch die Rotation in 24 Stunden beschrieben, ist für Jedermann wahrnehmbar, und Niemand zweifelt, dass ein Punct des Erdäquators zu demselben Ausgangspuncte zurückkehrt, nachdem er sich einmal um die Axe gedreht; Niemand zweifelt, dass der durch diesen Punct beschriebene Kreis ein geschlossener ist. Und dennoch ist beides unmöglich, der Punct kehrt weder auf dieselbe seine Stelle im Raume zurück, noch beschreibt er einen geschlossenen Kreis, weil der Mittelpunct der Erde in Bewegung ist. Wenn der Erdäquator sich in der Ebene der Ecliptik befindet, so beschreibt ein — welch immer — Punct desselben während einer Umwälzung nicht eine Epicycloide, deren Breite (kleine Axe) der Erddurchmesser, seine Länge (grosse Axe) aber bei 658000 Meilen ist, sondern eine Schlangenlinie, die sich um die Erdbahn windet: wenn aber der Erdäquator gegen die Ebene der Ecliptik geneigt ist, so ist die beschriebene Figur die unausweichliche Spirale. Wohlan, diese Curve, welche sich im Raume während 24 Stunden auf eine Länge von 658000 Meilen ausdehnt, was die 66malige Verlängerung des Erdäquator-Umfanges ist, erscheint am Himmel als ein vollkommener Kreis, der sich mit einer gleichförmigen Geschwindigkeit beschreibt. Dieses Factum enthält den Beweis: 1. dass die beiden Bewegungen der Erde nothwendigerweise in demselben Sinne statthaben müssen; 2. dass der Ausdruck „derselbe Sinn“ jede Neigung des Erdäquators gegen die Erdbahn vollkommen ausschliesst; folglich 3. wenn man eine momentane Ebene annimmt, die Ebene des Erdäquators und der Erbahn eine und dieselbe ist; 4. dass der Erdäquator und seine Puncte es sind, welche nach und nach sich folgend stets in der Bahnlinie vorausgehen, und endlich 5. müssen die beiden Geschwindigkeiten — jede für sich und auch zusammengenommen — gleichförmig sein.

Digitized by Google

[33.] Aus diesen Betrachtungen können wir folgern, dass z. B. die Lage oder Stellung des Mondes im Raume der Art sei, dass seine Entfernung sowohl von der Erde als auch von der Sonne nahe unverändert dieselbe bleibt: ein Umstand, der nicht hindern soll, dass die Eclipsen stattfinden.

Sobald es aus einer strengen Prüfung hervorgeht, dass eine Circulation um den Mittelpunct für einen der Anziehung unterworfenen Weltkörper unmöglich ist, so kann der anziehende Körper sich nicht mehr in der Bahnebene des angezogenen befinden; woraus unmittelbar folgt, dass der Halbmesser der Bahn nicht die Entfernung der beiden Körper von einander sein kann.

Wenn wir nun die Lage der Sonne nach Copernik's System betrachten, so wie diese Sonne in allen Richtungen von den fixen Bahnebenen durchschnitten ist, in dem gemeinschaftlichen Brennpunct aller Planeten- und Cometenellipsen und Parabeln festsitzt, so werden wir fragen: wie kann die Sonne sich rühren, wie kann sie sich mit einer Geschwindigkeit bewegen, welche, wie man sagt, wenigstens jener der Erde gleichkommt, welche Richtung nimmt sie, um zu der Constellation von Hercules zu gelangen etc.?

Ist es nicht absurd, sich vorzustellen, dass sie alle diese fixen Bahnebenen mit sich fortschleppt? Wenn sie aber nur ein klein wenig auf die eine oder die andere Seite irgend einer Ebene ausbiegt, so ist die Bahn des dieser Ebene zugehörigen Planeten nicht mehr die heutige; der Halbmesser seiner Bahn ist nicht seine „mittlere Sonnenferne," je mehr aber die Sonne sich von einer solchen Ebene entfernt, um so kleiner ist die Bahn des fraglichen Planeten im Vergleich zur theoretischen.

Aus der Unhaltbarkeit des Systems folgt, — und wir können dies nicht genug wiederholen — dass alle die Ideen, Notionen, Theorien, Gesetze etc., welche mit ihm in Verbindung oder auf dasselbe gegründet sind, alle die aus den Beobachtungen gefolgerten und so auf dies System bezogenen Schlüsse zugleich, insgesammt, ohne Ausnahme, mit ihm abolirt sind. Wir können auch bemerken, dass es unmöglich ist, der Wissenschaft einen grösseren, einen wichtigeren Dienst zu erweisen, als das gegenwärtige System umzustürzen; was in der Wirklichkeit die Sonne auch gethan hat.

Wir haben erwähnt, dass die sich bewegende Sonne die Revolutivcurven der Planeten genau so in Spirale verwandelt, wie die Erde die Mondesbahn in diese Figur transformirt. Was wir den Ring einer Spirale nannten, ist somit die eigentliche Revolutivcurve des Weltkörpers, welche er mit seiner eigenen Geschwindigkeit beschreibt; central gesehen ist diese Curve ein Kreis, die auf einander folgenden Ringe werden somit eine Reihe von Revolutionen als eine cylindrische Spirale darstellen. Ist der Durch-

Digitized by Google

messer des Ringes bekannt, so ergibt sich daraus die eigene Geschwindigkeit des Weltkörpers. Die Längenausdehnung der Spirale hängt von dem Raume ab, welchen die Sonne während der Revolutionsdauer des Planeten durchläuft; dieser Raum zeigt die Führungsgeschwindigkeit des Planeten an. Die totale oder absolute Geschwindigkeit des Planeten besteht somit aus ihrer eigenen und der Sonnengeschwindigkeit: ist diese letztere bekannt, so ist die Elongation der Revolutivcurve gleichfalls bekannt. Es ist evident, dass die Führungsgeschwindigkeit aller Planeten dieselbe ist, unabhängig von ihrer Sonnenferne.

An sich schon eine Linie doppelter Krümmung, erhält aber die Spirale durch den Lauf der Sonne ihre dritte Krümmung. Da nämlich eine geradlinige Bewegung im Raume unmöglich ist, beschreibt die Sonne selbst nothwendigerweise eine Curve. Wenn wir uns nun den Mond vorstellen, wie er der Erde folgt, so sehen wir, dass seine Bahnlinie wenigstens aus vier verschiedenen Krümmungen zusammengesetzt ist; betrachten wir die Rotation der Erde, wie diese auf die Phänomene seiner Bewegung einfliesst, die geographische Lage des Beobachters, der eben seiner Position nach die Phänomene verändert sieht, so haben wir uns eine Idee aufgestellt über die Complication der Bewegung und Lage des Mondes im Raume, und begreifen, dass in Folge dieser ununterbrochenen Variation in Bewegung und Stellung, die von ihm gezeigten verschiedenen Phänomene sich in jedem Moment ändern müssen. Wenn demnach die Natur dieser Bewegung zu unserer Kenntniss gelangt, werden die Ungleichheiten, Anomalien, Störungen etc. sich selbst erklären.

Die künftigen Arbeiten und Studien der astronomischen Wissenschaft sind hiermit angezeigt, sie sind durch die Sonne vorgezeichnet. Die Wissenschaft wird mit den in diesem Sinne zu machenden Beobachtungen beginnen, nach ihren aus diesen erhaltenen Resultaten werden sich die nöthigen Rechnungen — ohne Schwierigkeit machen lassen.

[34.] Es war natürlich, dass die sich bewegende Sonne bei den Denkern Ideen hervorbrachte, welche von dem System bedeutend abweichen. Diese Ideen aber hatten keinen festen Anhaltspunct und mussten weichen, es musste „das Gewohnte“ sein Recht behaupten, man musste den einmal eingeschlagenen Weg in das Unbestimmte verfolgen.

Zur Zeit Copernik's war die erklärende Wissenschaft in ihrer Kindheit, er musste somit sein System in Uebereinstimmung mit den dazumal herrschenden Ideen zusammensetzen, welche man sich im Allgemeinen vom Weltall, speciell aber vom Sonnensystem

Digitized by Google

machte. Die eigentliche theoretische Wissenschaft hatte noch keinen bedeutenden Entwicklungsgrad erreicht, und selbst wenn Copernik die Idee gehabt hätte sich die Frage zu stellen: „ist es möglich oder nicht, dass die Planeten um die, als fixes Centrum betrachtete Sonne nach seiner Anordnung sich bewegen?“ so hätte er darauf nicht antworten können. Diese Idee ist ihm aber auch nicht gekommen, so wie sie keinem seiner Nachfolger gekommen ist, welche nichts anderes zu thun wussten, als die Arbeiten in dem von ihm angegebenen Sinne fortzusetzen. Im schnellen Fortschritte, durch die vervollkommneten Beobachtungs- und Rechnungsinstrumente, durch die Anwendung der riesenhaften Theorie der allgemeinen Gravitation und der Dynamik auf den Mechanismus des Himmels, hatte die theoretische Astronomie keinen anderen Zweck als die Consolidirung des allgemein angenommenen Systems. Indem sie sich noch auf die Gesetze Kepler's stützte, welche wie die Tafeln des Moses empfangen wurden, suchte man das Zusammentreffen (Coincidenz) der erhaltenen Resultate der Analyse mit jenen der Beobachtungen.

Die analytischen Untersuchungen stützten sich auf die Fixität des Anziehungspunctes; um folglich die Hauptthesis zu behaupten, musste man in die Investigationen nicht allein — stets arbiträre — Voraussetzungen, sondern auch jeden wissenschaftlichen Characters entbehrende Hypothesen einführen, so wie z. B. die Centrifugalkraft eine davon ist: und alles dieses ohne zu bemerken, dass man auf diese Art sein eigenes Werk zerstört, d. h. den alten, seine Kinder verschlingenden Saturn — nachahmt.

So lange die Bewegung der Sonne ungekannt ist, sind die auf eingebildete Dinge basirten Arbeiten begreiflich; dass aber die Gelehrten des vorigen Jahrhunderts, welche diese Bewegung schon kannten, dennoch ihre Untersuchungen mit einem fixen Mittelpunct und fixen Ebenen fortsetzten, dieser Umstand muss die Nachwelt wohl in Erstaunen setzen, denn die immensen Arbeiten dieser Gelehrten bleiben als merkwürdige Monumente der menschlichen Geistesstagnation.

Die Sonne in Bewegung hat der Wissenschaft eine neue Aera geöffnet; man hätte können — ohne noch viel zu zerstören — auf einen rationellen Zustand übergehen, wo heute die angehäuften Theorien eine hinlänglich feste Barricade zu bilden scheinen, um jedem Versuch einer Demolirung noch lange zu widerstehen. Es ist für die Wissenschaft ein verlorenes Jahrhundert! Die Menschennatur im Auge behaltend, ist es aber nicht unmöglich, dass man noch einige kommende Jahrhunderte hindurch fortsetzen wird, die heutigen Wahrheiten und unabänderlichen Gesetze so wie die,

Digitized by Google

bis heute enthüllten Geheimnisse des Himmels in den Büchern und in den Schulen zu lehren! Was liegt auch am Ende daran — würde Gorgias sagen — was man sich für Gedanken über das Weltall macht, wenn man doch nicht — weiter kommt!

In seinen „Betrachtungen über das Weltsystem“ sagt Laplace (p. 396, 397) „Aus den vorhergehenden sich auf die telescopi„schen Beobachtungen gründenden Betrachtungen folgt, dass die „Bewegung des Sonnensystems sehr complicirt ist. Der Mond be„schreibt um die Erde eine fast kreisförmige Bahn, von der Sonne „gesehen aber scheint er eine Folgenreihe von Epicycloiden zu be„schreiben, deren Mittelpuncte sich auf dem Umfang der Erdbahn „befinden. Gleichweise beschreibt die Erde eine Reihenfolge von „Epicycloiden, deren Mittelpuncte auf der Curve sind, welche die „Sonne um den Mittelpunct (Schwerpunct) einer Sterngruppe be„schreibt, zu welcher sie gehört. Endlich beschreibt die Sonne „selbst eine Reihenfolge von Epicycloiden, deren Mittelpuncte auf „der Curve sind, welche der Schwerpunct dieser Sterngruppe um „jenen des Universums beschreibt. Die Astronomie hat schon einen „grossen Schritt gethan, indem sie uns mit der Bewegung der Erde „und den Epicycloiden, welche der Mond und die Satelliten auf den „Bahnen ihrer bezüglichen Planeten beschreiben, bekannt gemacht „hat. Wenn es aber Jahrhunderte bedürfte, um die Bewegungen „des Planetensystems zu kennen, welche ungeheure Dauer erfor„dert die Bestimmung der Sonnen- und der Sternenbewegungen. „Bereits zeigen uns die Beobachtungen diese Bewegungen; im „Ganzen scheinen sie anzudeuten eine allgemeine Bewegung aller „dem Sonnensysteme zugehörigen Körper gegen die Constellation „des Hercules; sie scheinen aber auch zugleich zu beweisen, dass „die scheinbare Bewegung der Sterne eine Combination ist ihrer „eigenen Bewegung mit jener der Sonne.“ Laplace sagt noch, „dass „die eigene Geschwindigkeit der Sonne wenigstens jener der Erde „gleich ist.“

Dies ist nun derselbe Laplace, der in seinen Werken wiederholt sagt, dass die Sonne in der Wirklichkeit unbeweglich ist, und der alle seine Schlüsse und Determinationen auf diese Unbeweglichkeit stützt. Es ist derselbe Laplace, der hier die Epicycloiden aufstellt, welche in das Unendliche fortrollen und keine Ebenen haben, in seinen Werken aber die elliptische Bewegung aller Himmelskörper — die Cometen ausgenommen — durch die Macht der Analyse — welche der invariablen Ebenen bedarf — scharf beweiset.

Für Laplace ist demnach die Bewegung der Sonne etwas zufälliges, eine Nebensache, ein Curiosum, welches mit der Theorie

nichts gemein hat, für ihn und sein Werk ohne Einfluss, ohne Folgen ist!

Die Epicycloiden hat eigentlich D. Cassini aufgefunden und selbe für einen jeden Planeten besonders verzeichnet. Wir zweifeln auch nicht, dass, wenn Laplace sich entschlossen hätte die Ellipse zu verlassen, er eine allgemeine Epicycloidalbewegung des Universums aufgestellt und diese durch die Allmacht der Analyse eben so gut bewiesen hätte, als er die elliptische bewiesen hat. Auch ist es nicht absolut unmöglich, dass einstens, ja vielleicht schon nach einigen Dutzend Jahrhunderten, ein Geometer oder Astronom zu der Einsicht gelangt, dass die geschlossenen Curven und die Ellipse mit der Sonnenbewegung sich nicht vertragen, und auf eine andere Figur denkt; ereignet sich aber dieser Fall, so ist es mehr als wahrscheinlich, dass dieser Gelehrte, den Fussstapfen des Meisters folgend, den Epicycloiden den Vorzug einräumt. Wir können demnach heute schon fragen, unter welchen Bedingungen die Planeten diese Figur beschreiben können, oder ob überhaupt die Epicycloide als Bahnfigur möglich ist?

[36.] Die Radlinie ist allgemein bekannt. Welch immer ein Punct der Oberfläche eines Wagenradumfanges beschreibt mit jeder Umdrehung eine Cycloide, während der Wagen auf einer Ebene und in gerader Linie sich vorwärts oder rückwärts bewegt. Ist die Bewegungsebene gekrümmt, fährt der Wagen z. B. über einen Hügel, so entstehen die Epicycloiden, welche demnach sich auf einer gekrümmten Linie befinden. Bewegt sich der Wagen nicht in derselben Richtung, wechselt er seine Translationsebene, d. h. wenn er auf der horizontalen Ebene z. B. eine krumme Linie oder einen Kreis beschreibt, so gibt es gar keine Cycloide mehr und der Punct beschreibt eine Art Spirale, welche man die cycloidische nennen kann. Obwohl nun die Rotationsebene des Rades mit der Translationsebene des Wagens immer zusammenfällt, so ist dennoch die Hauptbedingung der Cycloiden der Parallelismus der Axen. Was die Figur zur Cycloide stempelt, ist das kleine Schlängeln, welches der Punct nahe zur Erde in retrograder Bewegung beschreibt; diese kleine Ellipse ist es, ohne welche keine Cycloide existirt. Während das Rad fortrollt, windet sich seine Peripherie in einer horizontalen Linie auf der Erde ab; diese Linie repräsentirt den Weg des Wagens und dessen Geschwindigkeit; hieraus folgt, dass die Geschwindigkeit des, die Cycloide beschreibenden Punctes, genau gleich ist der Geschwindigkeit des Radmittelpunctes. des Wagens selbst. Der Begriff der Cycloide ist von der Vorstellung des Rades und seiner Bewegung nicht zu trennen, denn sonst würde man sie nicht die Radlinie nennen. Dies voraus-

gesendet, können wir vom festen Boden uns in den Himmelsraum versetzen.

Wir finden dass, damit die Planeten um die Sonnenbahn Epicycloiden beschreiben, vier Hauptbedingungen unerlässlich sind.

Erstens müssen die Planetenbahnen starre, kräftige Räder sein. Das Eisen ist ein gutes Material; alle Räder müssen sich um dieselbe Axe drehen, diese Axe ist wie bekannt, der Sonnenmittelpunct. Die Planeten müssen sich in ihren respectiven Rädern mit ihrer gewohnten Geschwindigkeit bewegen; je kleiner das Rad, desto schneller seine Bewegung etc. Damit aber dieses möglich sei, müssen zweitens die Planeten an ihre Räder recht fest angenagelt sein, um so den Punct des Rades vorzustellen, welcher die Figur beschreibt. Diese Vorkehrung ist um so nöthiger, als sonst jene Planeten, welche sich schneller als die Sonne bewegen, vorauslaufen, die langsameren hingegen zurückbleiben würden. Drittens müssen die Ebenen aller Räder in derselben Ebene, in jener der Sonnenbahn sich befinden, was nun wieder bedingt, dass die Sonnenbahn eine Ebene habe; viertens muss die Geschwindigkeit des Planeten gleich jener der Sonne sein: ist sie kleiner so gibt es keine Cycloiden mehr, ist sie grösser, so erscheinen in einander geschlungene Kreise, und abermals keine Radlinien.

Die beiden ersten Bedingungen kann man durch die Analyse nicht erfüllen, es müssen andere Massregeln ergriffen werden: die dritte Bedingung ist durch die Beobachtung unerfüllbar gemacht, nach welcher die Bahnebenen verschiedentlich gegeneinander und gegen die Ecliptik — Sonnenbahn — geneigt sind; die Folge dieser Neigungen ist, dass die Axen der Räder auf diverse Art gegen den Sonnenmittelpunct sich neigen und somit ihren Parallelismus nicht erhalten können: die vierte Bedingung endlich ist gleichfalls nicht zu erfüllen, indem man die gewohnte Geschwindigkeit der Himmelskörper nicht abändern kann. Wir sehen demnach, dass ein solches Durcheinander von Neigungen, Geschwindigkeiten und Krümmungen etc. vorhanden ist, dass die Epicycloiden sich durchaus nicht produciren können, und dass, man mag es wie immer anstellen, die unausweichliche Spirale sich aufdringt. Der Hauptgrund aber, warum die Cycloide nicht möglich ist, ist die Unerlässlichkeit der gleichen Krümmung einer Bahn. Die Bemerkung von Laplace, nach welcher die vom Monde beschriebene Epicycloide von der Sonne aus zu sehen ist, deutet darauf hin, dass dieser grosse Geometer der Art und Weise einer Projection und deren Visibilität keine hinlängliche Aufmerksamkeit geschenkt hat, und dass die Analyse mit der Imagination in schwesterlicher Eintracht sich befinden kann. Um die Epicycloide in ihrer Entfaltung zu sehen,

Digitized by Google

muss die Vision senkrecht auf ihre Ebene gerichtet sein. Nun befindet sich aber nach der Theorie die Sonne in der Ebene der Erdbahn, zu dieser aber ist die Ebene der Mondesbahn, also die Ebene der Epicycloide sehr wenig — bei 5^0 — geneigt: woraus folgt, dass sich die Figur der Sonne als eine gerade Linie projicirt, und der Mond in der Linie seines Bahndurchmessers auf und ab geht. Würde die Bemerkung von Laplace correct sein, und die Epicycloide des Mondes existiren und von der Sonne aus sichtbar sein, so müsste sie eben so gut und in derselben Projection von der Erde aus wahrnehmbar sein. Die Cycloiden haben bereits die Rundreise gemacht um die astronomischen Schriftsteller, sie befinden sich bereits in allen Werken. Manche astronomische Autoren sind der Meinung, dass der Mond „in Bezug auf die Sonne" Cycloiden beschreibt, welche der grösseren Erdgeschwindigkeit wegen keine retrograde Bewegung zeigen, also keine Schlänglungen haben. Diese Gelehrten glauben nämlich, dass die Radlinie auch dann noch existirt und eine Radlinie ist, wenn sie nicht existirt und keine Radlinie ist. So bemerken die Gelehrten nicht, dass bei einer 30mal schnelleren Bewegung des Centrums der Mond nur eine sehr ausgedehnte Schlangenlinie um die Erdbahn beschreiben könnte, wenn er nämlich an sein Rad festgeschmiedet wäre und wenn sein Rad sich um den Mittelpunct der Erde drehen würde.

Wenn ein Laplace trotz jener Ideen, welche er über die Bewegung des Sonnensystems äussert und welche das System von Copernik schon verlassen, dennoch seine Arbeiten im Sinne dieses Systems fortsetzt und dessen höchste Gewissheit verkündet, so ist dies wohl etwas erstaunlich.

Dass die Sonnenbewegung noch nicht bestimmt ist, kann nicht der wahre Grund sein, warum Laplace bei der fixen Sonne beharrt; denn die Erkenntniss, dass sie nicht unbeweglich ist, langt schon allein hin, den ganzen theoretischen Apparat, welcher mit der Unbeweglichkeit in Verbindung ist, für immer zu zerbrechen. Mit der Idee der Epicycloiden ist somit die Idee der fixen Bahnebenen fest verbunden, und nur aus dieser kann wieder folgen, dass die Planeten der Sonne auch vorangehen können.

Was würde aber die Folge davon sein, wenn alle fixen Bahnebenen an den Mittelpunct der Sonne befestigt wie *ein* Wagenrad sich zugleich bewegen? Die genau gleiche Dauer aller Umlaufszeiten und die wachsende Geschwindigkeit mit der Sonnenferne! Könnte eine solche Theorie Kraft genug haben, um den Beobachtungen zu widersprechen?

Die Bewegung der Sonne ist noch nicht bestimmt!

Wir fragen aber, welcher ist jener Weltkörper, dessen wirkliche Bewegung die Astronomie kennt? Wir wissen keinen zu

Digitized by Google

nennen. Was die Astronomie beobachtet und somit auch kennen kann, ist die scheinbare Bewegung der Himmelskörper des Sonnensystems; in Folge dieser Bewegung kennt sie jene Stellungen, welche diese Weltkörper in Bezug aufeinander und in Bezug auf das Firmament periodisch einnehmen. Diese wenigen Worte aber sind inhaltsschwer; die an die Zeit gebundenen Bewegungen und Stellungen *kennen* ist das Resultat der Jahrtausende, es ist ein reelles, positives Wissen. Aus diesem Grunde ist die beobachtende Astronomie, wie wir dies schon bemerkt haben, eine wirkliche Wissenschaft für sich, welche der analytischen Beweise nicht bedarf und mit den theoretischen Speculationen nichts gemein hat.

In Bezug auf die Bewegung der Weltkörper können wir in Folge unserer bisherigen Betrachtungen drei Fundamentalsätze aufstellen, welche ohne Zweifel als Thatsachen erkannt werden.

a) Die gleichförmige Bewegung, eine unveränderte Geschwindigkeit aller sich bewegenden Weltkörper. So bleibt das constante Verhältniss zwischen Zeit, Raum und Bewegung aufrecht, durch die Weltkörper selbst als Naturgesetz corroborirt.

b) Die unveränderliche, eine Entfernung der Planeten von der Sonne, aller Satelliten von ihren Planeten. Dass jeder Weltkörper seine eigene Geschwindigkeit der Bewegung und seine eigene Entfernung von dem anziehenden Körper hat, ist an sich klar.

c) Die beiden ersten Sätze bedingen, dass, welche immer die vom Weltkörper beschriebene Curve oder Figur sei, diese in allen ihren — noch so kleinen — Theilen dieselbe Krümmung habe.

Zeigen sich nun Phänomene der Bewegung, welche scheinbar mit diesen Grundsätzen nicht übereinstimmen, so haben wir das *Warum* der Erscheinung nicht durch den Umsturz unserer eigenen aufgestellten Sätze, nicht durch die Verläugnung der anerkannten Thatsachen, nicht durch eingebildete Hypothesen zu erklären, sondern wir müssen suchen, deren Ursache durch andere Erscheinungen aufzufinden.

Da stellt sich uns nun das Studium der Himmelssphäre und der perspectivischen Projection der Bewegung auf dieselbe, als ein fruchtbares Feld vor, zur Erwerbung gediegener Kenntnisse.

DIE ZWEI EINHEITEN DER ZEIT.

[1.] Die Grundlage der Astronomie, ihre Lebensfrage ist die Kenntniss und die Bestimmung der Zeit.

Das Zeitmaass ist dem Erdbewohner durch die Bewegung seines Planeten gegeben. Die beiden Bewegungen der Erde, Rotation und kreisende Translation haben ihre bestimmte Dauer, ihre Perioden. Die Dauer der Axendrehung ist die eine, die Dauer der Revolution die andere Einheit der Zeit. Die erstere wird der Tag, die letztere das Jahr genannt.

Die Erdbewegung lässt sich nicht direct, sondern nur in ihren Effecten beobachten: da jedoch die durch die beiden Bewegungen erzeugten Phänomene wahrnehmbare, distincte Charactere an sich tragen, so lässt sich die Dauer beider Zeiten durch die genaue Vergleichung der scheinbaren Bewegungen der Sonne und der Sterne erkennen. Hieraus kann man jedoch nicht folgern, dass die beiden Bewegungen der Erde von einander unabhängig sind, es folgt nur, dass ihr Zusammenhang nicht hindert, das Verhältniss ihrer Dauer herausfinden zu können. Es ist an sich klar, dass es dieselbe Sphäre ist, welche sich doppelt bewegt, und dass diese Doppelbewegung gleichzeitig und nothwendigerweise in derselben Richtung vorgeht, folglich beide in einer innigen Verbindung sind. Eben diese Unzertrennlichkeit und die Vermengung beider Bewegungen sind der Grund, warum die eine die andere angibt.

Strenge genommen gibt es nur eine Zeiteinheit, und diese ist die Dauer einer Axendrehung. Die Dauer eines Jahres ist aus Tagen zusammengesetzt, sie ist eine Einheit höherer Ordnung, welche zum Vergleiche grösserer Perioden dient.

Die Aufgabe der Astronomie ist, die Dauer dieser beiden Zeitperioden zu bestimmen oder vielmehr ausfindig zu machen.

Wenn wir sagen, dass seit der Existenz der Astronomie die durch die beiden Bewegungen der Erde hervorgebrachten Phänomene nie ernstlich und erschöpfend studiert worden sind, und somit ihre Dauer noch heutzutage nicht mit Sicherheit angegeben ist, so wird der Leser mit Recht erstaunen und die Frage stellen: „Wenn die Astronomie ihre einzige Grundlage, die Be„wegung der Erde und die dadurch erzeugten Himmelsphänomene „nicht studiert und nicht kennt, was kann sie von jenen Erschei-

Digitized by Google

„nungen wissen, welche von ihr weit entfernter liegen, welche für „sie minder wichtig sind?“

Wir haben darzuthun, dass die astronomische Theorie in der That in diesem Falle ist, zugleich aber auch das *Warum* dieses Umstandes vorzulegen.

[2.] Wir haben bereits bemerkt, dass durch das Aufstellen verschiedener Umlaufszeiten — Revolutionen — die Theorie den Beweis liefert, dass sie darüber nicht im Klaren ist, was man unter „Umlaufszeit“ zu verstehen hat?

Warum aber weiss die Theorie nicht, was die „Revolutionsperiode“ eines Weltkörpers ist, der z. B. zum Sonnensystem gehört? Weil sie glaubt, dass eine Revolution darin besteht, wenn z. B. ein Planet einen Himmelskreis beschreibt, oder mit anderen Worten, zu demselben Stern zurückkehrt, von welchem er ausgegangen ist. Dies ist nun umsomehr ein Aberglaube, als er selbst mit dem System von Copernik in Disharmonie ist. Ist die Sonne fix wie die Sterne fix sind, circulirt die Erde beständig in demselben Raume, so ist ihre siderische Umlaufszeit gleich der tropischen. Der Aberglaube beseitigt somit auch den Begriff, den man sich vom Sonnensystem gemacht hat. Gehören die Planeten zur Sonne, sind sie an diese gefesselt, kreisen sie wirklich um diesen Centralkörper, so muss sich ihre Umlaufszeit nothwendigerweise auf diesen beziehen, ob nun die Stellung dieser Planeten mit jener der Sonne coincidirt oder nicht, denn sie haben nur ihre geschlossene Ellipse einmal zu beschreiben, um ihre Revolution zu vollenden. Versetzt sich aber das System selbst im Raume — was in der Wirklichkeit der Fall ist — so ist es klar, dass auch die Coincidenz mit den Sternen versetzt wird, dass somit die „siderische Revolution“ keinen Sinn hat.

Warum kennt die Theorie die Art der Bewegung der Erde in ihrer Bahn nicht? Weil sie sich einbildet, dass ihre beiden Bewegungen von einander unabhängig sind; dass diese in zwei verschiedenen Richtungen vor sich gehen, und dass die Erde in der einen Hälfte ihrer Bahn rücklings geht.

Warum musste die Theorie die „mittlere Zeit“ mühselig aufsuchen? Weil die practische Astronomie die „Sternzeit“ zu ihren Rechnungen nicht brauchen kann. Würde sie z. B. ihre Vorausbestimmungen in Sternzeit rechnen, so könnte es ihr wiederfahren, dass sie eine Sonnenfinsterniss (z. B. im September) für einen Ort, wo diese im Mittage sichtbar ist, auf die Mitternacht angibt. Dass aber die Theorie mit dem „mittleren“ Tag zugleich die Rotationsdauer gefunden hat, davon hat sie noch keine Ahnung.

Warum hat die Astronomie zweierlei Zeiten, Tage und Uhren, jede mit 24 Stunden aufgestellt? Weil die Sternuhr mit den

Digitized by Google

Sternen geht und dadurch ihre Beobachtungen erleichtert; da aber die Sterne keinen Unterschied zwischen Tag und Nacht kennen und man einen Mittag nöthig hat, muss die „mittlere Zeit“ und ihre Uhr dazu verhelfen.

Dass zwei Zeiten verschiedener Dauer gleichnamig, d. h. mit denselben Zahlen ausgedrückt werden, ist eine astronomische Anomalie, welche nicht ermangelt, Verwirrung zu stiften. Gebräuche und Gewohnheiten aber wachsen zu Mächten heran.

[3.] Mit der Entscheidung, dass die Umlaufszeit der Erde die siderische, und die Dauer ihrer Rotation der Sterntag sein soll, hat man zugleich deutlich ausgesprochen, dass die beiden Erdbewegungen sich nicht auf die Sonne, sondern auf die Sterne beziehen. Da die Bewegung der Erde nach dem System von Copernik vorgeht und durch die Gesetze Kepler's vollends geregelt ist, so folgt hieraus, dass bei den Untersuchungen über die „mittlere Zeit“ die Erde gar nicht in Betracht kommen kann, denn sie hat mit der Sonnenzeit nichts zu schaffen.

Wir werden hier in Kürze darthun, wie die Theorie den mittleren Sonnentag sucht und findet; das Detail ihrer Procedur ist in den Büchern zu finden.

Zwei Umstände treten bei dieser Investigation in den Vordergrund; erstens gibt sich die Theorie den Anschein, als würde die Wissenschaft der mittleren Zeit oder des Sonnentages gar nicht bedürfen, sie hat ja ihre Zeiteinheit, den Sterntag, und wenn die Theorie den ordinären Tag und seinen Mittag aufstellt, so geschieht dies blos aus besonderer Rücksicht und Gefälligkeit gegen die armen Sterblichen, die sich so sehr an die Sonne gewöhnt haben, dass sie ohne diese nicht frühstücken, nicht Mittags essen und kein Abendmal nehmen können. Zweitens scheint die Theorie davon überzeugt zu sein, dass die „mittlere Zeit“ eigentlich gar nicht existirt, sondern ihr exclusives Werk ist; dass sie diese Zeit dem Himmel durch den Calcul abgedrungen, zugleich aber durch die glückliche Erfindung einen aus Versehen entstandenen Fehler der Natur corrigirt hat.

Die Sterne bewegen sich regelmässig, sie kommen immer zu ihrer gewohnten Zeit in den Meridian, sie geben aber den Mittag nicht an; so wie man überhaupt kein Phänomen kennt, welches die Mitte des Tages direct und genau angibt. Die Sonne kommt jeden Tag zu einem andern Moment in den Meridian, sie kann somit nur den scheinbaren, den sogenannten „wahren“ Mittag, nicht aber den „mittleren“ angeben.

Der Leser wird bemerken, dass dieser Betrachtungsweise die Allgemeinheit fehlt. In der That, was man unter einem Tag von 24 Stunden versteht, ist aus der Dauer des Tages und der Nacht

Digitized by Google

zusammengesetzt, und diese ist die Zeit, welche zwischen zwei auf einander folgenden Auf- oder Untergängen der Sonne verfliesst. Dies gilt nun freilich für den grösseren Theil der Erde, wo die Bewohner derselben noch Tage und Nächte haben, welche während der Periode von 24 Stunden abwechseln, die Zone erstreckt sich, wie bekannt, bis zu $66^0\,5$ der Breite; für den Rest der Erde gibt es keinen solchen Tag von 24 Stunden mehr. Da aber die mittlere Zeit auch für diesen Rest da sein muss, so wird der Grundbegriff derselben wohl die Dauer der Rotation sein, so wie auch die Dauer des Jahres aus Rotationszeiten oder Perioden bestehen muss.

Nachdem Copernik die Erde sich definitiv bewegen liess und an ihre vorige Stelle die Sonne festsetzte, war der zu befolgende Weg angezeigt; alle Phänomene der Himmelsbewegung kamen mit der Erdbewegung in Zusammenhang und sind aus dieser abzuleiten und zu erklären, ohne die *ruhende* Sonne weiter zu belästigen. Die Theorie erkennt die Richtigkeit des Systems von Copernik, sie kann aber in die Bedingungen desselben nicht eingehen.

[4.] Um die mittlere Zeit aufzufinden und zugleich die Variationen des Mittags durch die Zeitgleichung zu bestimmen, hat die Theorie eine Methode befolgt, welche in den Büchern als ein „von den Astronomen einstimmig angenommener Gebrauch“ bezeichnet wird; sie besteht aus Folgendem:

„Die Sonne bewegt sich in ihrer elliptischen Bahn mit einer „veränderlichen Geschwindigkeit; würde dieses Gestirn sich in „einem Kreise bewegen, so würde es wohl mit einer gleichförmigen „Geschwindigkeit gehen können, ohne deshalb in derselben Zeit „in dem Meridian zu erscheinen, weil die Ecliptik — ihre Bahn — „zum Aequator geneigt ist. Wenn aber die Sonne sich im Aequator „bewegen würde, welcher ein Kreis und gegen nichts geneigt ist, „so würde sie regelmässig in den Meridian kommen, die Tage „würden alle unter sich gleich sein und jeder würde den Sterntag „um dieselbe Quantität übertreffen.“ *)

Da die *bekannte* Sonne aus ihrer elliptischen Bahn, aus dem grossen Himmelskreis — Ecliptik — nicht herauszubringen ist, da sie durchaus nach dem Flächengesetze sich mit veränderlicher Geschwindigkeit bewegen will, so lässt man sie laufen und nimmt sich eine andere Sonne, welche man gleichfalls in der Ecliptik nach dem Flächengesetze sich bewegen lässt, mit der ausdrücklichen Bedingung jedoch, dass die Ecliptik aus Gefälligkeit für diese

*) Ch. Delaunay: Cours élém. d'Astronomie. Paris 1860. Pag. 348—354. Der Leser kann diese Art merkwürdiger Argumentation in jedem astronomischen Werke finden.

fingirte Sonne ihre elliptische Figur aufgibt und sich in einen Kreis verwandelt, für die wahre Sonne aber noch immer Ellipse bleibt.

Nun gehen die beiden Sonnen zusammen, jede mit ihrer gewohnten Geschwindigkeit, die fingirte mit einer gleichförmigen, die wahre mit ihrer variablen. Auf diese Art kommen sie in verschiedene Distanzen von einander, bald ist die eine vorne oder hinten, bald die andere, sie überspringen sich gegenseitig genau so wie zwei Knaben, die, während sie vorwärts laufen, einer über den Rücken des andern hinüber hüpft.

Indem aber diese zwei Sonnen in der Ecliptik sind, so können sie nicht zu derselben Zeit in den Meridian kommen; sie können somit die mittlere Zeit nicht determiniren: es wird somit eine dritte Sonne nothwendig, welche sich in dem Vollkreise des Himmelsäquators mit gleichförmiger Geschwindigkeit nach dem Flächengesetze bewegt. Diese dritte Sonne entspricht allen Anforderungen; sie kommt genau zu Mittag in den Meridian und bestimmt die mittlere Zeit.

Muss man nicht über die Spitzfindigkeit der Theorie staunen? Wozu hat sie die beiden ersten Sonnen belästigt, wenn nur die dritte den Forderungen entspricht? Warum hat sie sich nicht alsogleich an diese gewendet? Was hat sie aber — kann man fragen — von einer regulären fingirten Sonne, wenn die wirkliche irregulär ist? Sie hat, um eine mittlere Zeit zu haben, drei der wichtigsten Phänomene aufgeopfert; die Declination der Sonne und ihre Variationen des Mittags, dann die Jahreszeiten mit.

Wenn aber die Theorie sich consequent sagt: „die scheinbare Bewegung der Sonne ist die wirkliche Bewegung der Erde," so hätte sie der drei Sonnen nicht bedürft, sie hätte die Erde direct in den Aequator gesetzt und damit denselben Zweck erreicht. Ist es nicht augenfällig, dass die Theorie viel klüger gehandelt hätte, anstatt sich mit der schwulstigen Theorie der fingirten Sonnen zu amusiren, die Bewegung der wahren Erde zu studieren?

Die Metapher der fingirten Sonnen hat Laplace angewendet und auch bemerkt, dass trotz ihrer vortheilhaften Lage im Aequator die dritte Sonne nicht hindern kann, dass die seculären Variationen in Rectascension und Declination statt haben, nicht hindern kann, dass eine Präcession der Nachtgleichen da sei, dass das Perihel sich versetze, dass die Schiefe der Ecliptik abnehme etc. Wir bemerken unsererseits, dass diese von Laplace angeführten Phänomene zusammenhängen und wahrscheinlich die Folgen einer und derselben Ursache sind, und durch die *reelle* Bewegung der *wahren* Sonne hervorgebracht werden.

Hat aber die fingirte dritte Sonne das Schicksal der mittleren Zeit wirklich entschieden? Ganz und gar nicht, die mittlere Zeit

war immer da, eine andere gibt es nicht, und die Beobachtungen lehren, dass die Dauer des Sonnentages das ganze Jahr hindurch sich gleich bleibt, und die dieselbe repräsentirenden 24 Stunden weder grösser noch kleiner werden; dass die Meridian-Durchgangszeiten der Sonne im Mittel in den Mittag fallen, indem die Zeitgleichung während des Jahres in Summe = 0 ist.

Bei dieser Frage der mittleren Zeit zeigt sich der eigentliche Character und die Methode der Theorie. Anstatt das *Warum* der Phänomene an ihrer Quelle zu suchen, anstatt ihre Ursachen durch ein in die Natur der Bewegung eingehendes Studium zu ergründen suchen oder trachten, will sie die Phänomene selbst nach ihrer Art und durch ihre Mittel erzeugen. Die natürliche Folge dieses Vorgehens ist, dass sie, anstatt die Fragen aufzuklären diese nur verwirrt, was ihr bei der Bestimmung der mittleren Zeit ganz vorzüglich gelungen ist.

[5.] Ueber die Variationen des Mittags ist die Theorie verschiedener Ansicht; sie sagt z. B. „Das Phänomen entsteht in „Folge dreier Ursachen; die erste ist die veränderliche Geschwin„digkeit, mit welcher die Sonne sich in der Ecliptik bewegt; die „zweite ist die Schiefe der Ecliptik, und die dritte die Decli„nation der Sonne.“ Es ist somit decidirt die Sonne, die an Allem schuld ist.

Was die variablen Geschwindigkeiten der Sonne betrifft, von diesen haben wir bereits gesprochen, sie sollen definitiv die variablen Geschwindigkeiten der Erde in derselben elliptischen Ecliptik sein, wir werden diesen noch oft genug begegnen; die anderen zwei Ursachen — wenn man sie nämlich Ursachen nennen will — fliessen in eine und dieselbe zusammen; was für die Sonnenbahn, für die Ecliptik Neigung oder Schiefe sein soll, das ist die Declination der Sonne; dies scheint aber die Theorie nicht zu bemerken.

Ist es denn wirklich so ausserordentlich schwer zu begreifen, dass die Ecliptik keine Bahn, am wenigsten jene der Sonne ist, dass sie kein grosser Himmelskreis, sondern die Projection der successiven scheinbaren Stellungen der Sonne, Tag für Tag verzeichnet ist, wie sie sich durch die Erdbewegung am Firmament perspectivisch zeigt? Kann man sich denn nicht klar vorstellen, dass diese Ecliptik nur ein scheinbarer, nicht aber ein wirklicher Kreis oder Ellipse und nicht als Bahn projicirt ist? Jede scheinbare Position der Sonne enthält ihre Rectascension und Declination zugleich; die Variationen des Mittags sind demnach Veränderungen in der Geradaufsteigung, modificirt durch die Veränderungen in der Declination; will man sie nun aus diesen letzteren erklären, so muss man vorerst die Declination selbst erklären, was, wie wir gesehen haben, aus dem angenommenen

System nicht möglich ist. Die innige Verbindung beider Phänomene aber ist evident, ohne die Kenntniss des Einen ist jene des Andern nicht erreichbar. Da sie beide natürliche Folgen der Erdbewegung sind, so ist wohl das Studium dieser angezeigt.

Der Uebergang vom Scheinbaren auf das Wirkliche, das Zurückgehen auf die Ursachen der beobachteten Wirkungen ist wohl der regelmässige Gang der Wissenschaft; aber eine Wirkung durch die andere zu erklären, die Wirkung als Ursache anzugeben, ohne seiner Sache gewiss zu sein: „sind diese verschieden und von einander unabhängig, oder sind sie Folgen derselben Ursache," ist das Einführen von Schwierigkeiten, aus welchen man sich dann nicht heraus findet. Wäre es z. B. klar dargethan, dass die Rectascension und die Declination der Sonne mit Inbegriff ihrer Variationen die Folgen der Erdbewegung im Allgemeinen, oder Folgen einer ihrer partiellen Bewegungen sind, so könnten die scheinbaren Phänomene der Sonnenbewegung erklärt werden, wenn man zur Kenntniss der wirklichen Erdbewegung gelangt ist; wenn aber, theils aus den noch zu machenden Beobachtungen, theils aus der genauen Prüfung und Studium der bereits gemachten sich ergibt, dass zur Production jener Phänomene auch die eigene Bewegung der Sonne beiträgt, so wird man sie nur dann richtig erklären können, wenn man die wirkliche Bewegung der Sonne kennen wird.

Das heutzutage unbegriffene Phänomen der Variationen des Mittags ist aber das wichtigste unter jenen, welche die scheinbare Bewegung der Sonne zeigt. Um uns zu überzeugen, dass die Ursache dieses Phänomens weder die variablen Geschwindigkeiten der Sonne, weder die Schiefe der Ecliptik, noch die Declination der Sonne ist, haben wir den wesentlichen Character der Erscheinung in Kürze kennen zu lernen; später werden wir Gelegenheit haben, selbe näher betrachten zu können.

[6.] Der wahre Mittag fällt mit dem mittleren Mittag viermal im Jahre zusammen. Für die Polhöhe von Paris z. B. sind diese vier Epochen der 15. April, der 16. Juni, der 31. August und der 25. October. Ausser diesen vier Tagen ist die Differenz zwischen den aufeinander folgenden Mittagen grösser oder kleiner. Die Sonne kommt entweder früher oder später in den Meridian, als der mittlere Mittag eintritt. Die täglichen Differenzen sind durch die bekannte und allgemein angewendete Zeitgleichung gegeben.

Bemerken wir vor Allem, dass selbst diese Variationen veränderlich sind, d. h. der Unterschied derselben ist von Tag zu Tag ein anderer. „Die Zeitgleichung nimmt ab und zu mit einer varia-
„blen Differenz."

Nimmt die Zeitgleichung ab, so kommt die Sonne früher, nimmt sie zu, später in den Meridian. So lange die Zeitgleichung negativ ist, ist die Sonne dem mittleren Mittag voraus, wird sie positiv, so tritt die Sonne nach dem mittleren Mittag in den Meridian etc.

Vom 15. April bis 15. Mai ist die Variation auf — 3′ 53″ 37 angewachsen. Während dieser 30 Tage ist die Abnahme täglich eine andere, den ersten Tag beträgt sie 15″ und den letzten ist sie = 0 geworden. Vom 15. Mai angefangen nimmt die Differenz zu, sie wächst von Null auf nahe 13″ bis 15. Juni, an welchem Tage die Zeitgleichung selbst Null wird und der wahre Mittag mit dem mittleren zusammenfällt. Während der ersten 30 Tage hat sich die Sonne vom Meridian entfernt, während der 30 folgenden Tage wieder genähert. 61 Tage hindurch kam die Sonne früher als im mittleren Mittag in den Meridian, und die Variationen waren ∓ 3′ 53″ 37 = 0, die mehr und die weniger haben sich annullirt.

Vom 15. Juni an wird die Zeitgleichung positiv, erreicht ihr Maximum von + 6′ 13″ 59 den 27. Juli; von da an nimmt sie ab und wird mit dem 31. August = 0. Während 76 Tage haben sich ± 6′ 13″ 59 ausgeglichen. Vom 31. August an wird die Zeitgleichung wieder negativ und erreicht ihr Maximum von — 16′ 18″ 12 den 3. November, um am 25. December wieder = 0 zu werden. In 115 Tagen haben sich ∓ 16′ 18″ 12 aufgehoben. Die grösste Differenz der täglichen Variationen ist am 18. September mit 21′ 11″, diese wird am 3. November = 0 und wächst bis 15. December auf 29″ 9. Vom 23. December an wird die Gleichung abermals positiv, wächst bis 11. Februar auf + 14′ 30″ 28, fällt bis 15. April auf Null, und während 112 Tage haben sich ± 14′ 30″ 28 ausgeglichen.

Die beiden Extreme der Variationen sind somit + 14′ 30″ 28 und — 16′ 18″ 12, zusammengenommen = 30′ 48″ 40, die beiden Minima + 6′ 13″ 59 und — 3′ 53″ 37 geben 10′ 7″ 26.

Das Phänomen zeigt hiermit eine scheinbare Bewegung der Sonne an, welche abwechselnd von West nach Ost und von Ost nach West in den Grenzen von 7° 42′ und 2° 36′ 50″ im Bogen vorgeht. Diese scheinbare Bewegung der Sonne kann demnach mit jenen variablen Geschwindigkeiten, welche nach der Theorie im Winter die grösste, im Sommer die kleinste ist, nicht identisch sein, sie stimmt mit der Theorie des Perihels und Aphels nicht überein. Soll sich die Erde in ihrer supponirten Bahn so bewegen, als dies die Variationen des Mittags erfordern, so wird sie während des Jahres achtmal ihre Geschwindigkeit wechseln, viermal schneller und eben so oft langsamer gehen, und zwar in ungleichen Perioden;

Digitized by Google

sie wird viermal des Jahres von der Sonne in ihrer *mittleren* Entfernung sein, zweimal sich der Sonne nähern und zweimal sich von ihr entfernen, woraus dann zwei verschiedene Perihelien und zwei Aphelien entstehen. Sagt man nun, dass die Erdgeschwindigkeit durch die Sonnenanziehung vergrössert wird, und wendet auf diese Erdbewegung das Quadratgesetz an, so wird man finden, dass diese Variationen mit der Erdbewegung in der geschlossenen Ellipse unmöglich sind und daher durch eine andere, bisher unbekannte Bewegung der Erde hervorgebracht sein müssen.

[7.] Wir wissen, dass der Meridiankreis (Stundenkreis) eines Beobachters von Pol zu Pol alle Parallelkreise der Himmelssphäre durchschneidet. Die Sterne, die sich in den Durchschnittspuncten befinden, kommen alle gleichzeitig in den Meridian. Aus diesem Umstande folgt aber natürlich, dass die veränderte Declination der Sterne auf ihre Rectascension keinen Einfluss ausübt. Wir können uns vorstellen, dass die Sterne unter sich ihre Parallelkreise austauschen, ja wir können selbst im Gedanken einen an die Stelle des anderen setzen; so lange sie nun in den Durchschnittspuncten sind, verbleibt ihre Rectascension unverändert, welche Veränderung immer ihre Declination erlitten hat. Hieraus ist ersichtlich, dass die Aenderung der Declination in dem Meridian selbst vorgeht und aus dem Uebergange von einer Parallele in die andere besteht; soll sich demnach die Rectascension ändern, so muss sich der Stern vom Durchschnittspuncte entfernen und sich in seinen Parallelkreis selbst versetzen. Geht diese Versetzung gegen den Occident vor, so kommt der Stern *früher* in den Meridian, *später* hingegen, wenn er sich gegen den Orient versetzt. Will man nun die Variation in der Rectascension aus der Declination erklären, so muss der Zusammenhang beider, als auch das Verhältniss ihrer Veränderungen genau bekannt sein. Es ist aber a priori klar, dass diese zwei Arten von Variationen nicht durch dieselbe Bewegung nach *einer* Richtung hervorgebracht werden können, sondern entweder durch zwei verschiedene Bewegungen, wenn die Variation separat vorgeht, oder wenn Rectascension und Declination sich gleichzeitig ändern, dies in Folge einer Bewegung statt hat, welche nach *zwei* Richtungen zugleich vorgeht.

Wir haben — bei den Beobachtungen der täglichen Bewegung — gesehen, dass die Sonne nicht einen Moment in derselben Parallele bleibt, sondern ununterbrochen von der einen in die andere tritt, woraus das Phänomen ihrer Spiralbewegung hervorgeht. Würde nun die Declination der Sonne darin bestehen, dass sie scheinbar von Nord nach Süd und dann wieder von Süd nach Nord auf beiden Seiten des Aequators bis $23^0\ 27'$, also im Ganzen $46^0\ 54'$ alle in diesen Grenzen liegenden Parallelen zweimal im Jahre

Digitized by Google

durchschneidet, so würde diese Bewegung, welche genau in der Ebene des Meridians vorgeht, die Variationen des Mittags nicht hervorbringen: sei nun die Neigung der Ecliptik welche immer, so ist die Grenze der Sonnendeclination gleich dieser Neigung. Um das Phänomen der Variationen des Mittags zu erzeugen, muss demnach die Sonne nebst ihrer Declination noch eine andere scheinbare Bewegung haben, in Folge welcher sie aus dem Stundenkreis heraustritt; sie muss auf diese Art zu beiden Seiten des Meridians — senkrecht auf diesen — abwechselnd gegen West und Ost sich versetzen, und zwar in den Grenzen von $7^0\ 42'$ zwischen den 31. August und den 15. April und in den Grenzen von $2^0\ 36'\ 50''$ zwischen den 15. April und 31. August.

Von *dieser* Doppelbewegung der Sonne erwähnen die Bücher gar nichts; die Theorie kennt nur jene Doppelbewegung der Sonne, welche sie die tägliche und die jährliche nennt, und welche als durch die Rotation und Translation der Erde hervorgebracht angenommen ist. Der Zusammenhang aller dieser Erscheinungen, sowie der Effect, den die combinirte Erdbewegung auf die Sonne oder auf die Sterne bezogen hervorbringt, das untersucht die Theorie nicht, sie kann somit die Phänomene der Sonnendeclination und der Variation des Mittags nicht verstehen. Die beiden Phänomene sind mit einander innig verbunden, das letztere repräsentirt die eigentliche Rectascension der Sonne. Sowie ihre Declination eine Versetzung in der Ebene des Meridians abwechselnd zwischen Nord und Süd ist, so ist die Rectascension eine abwechselnde Versetzung zwischen Ost und West, ausser der Ebene desselben Meridians; beide scheinbaren Bewegungen finden zugleich, und zwar mit einer stets veränderlichen Geschwindigkeit statt. Ihr gründliches Studium führt zur näheren Kenntniss der Erdbewegung.

[8.] Setzt man voraus, was die Theorie mit der dritten Sonne gethan hat, dass es keine Variationen des Mittags gibt, so kommt die Sonne immer zur selben Zeit, also im Mittag in den Meridian. Hieraus folgt, dass in diesem Falle die Zeit zwischen zwei aufeinander folgenden Meridianpassagen der Sonne constant ist. Da sich nun die Variationen des Mittags während der Jahresdauer ausgleichen, die $\pm$ Zeitgleichung sich annullirt, so sind im Durchschnitte die Culminationen sowie auch die Sonnentage sich alle gleich. Wenn demnach die Theorie aus den Beobachtungen gelernt hat, dass sich die Tage im *Durchschnitte* gleich sind, so war es überflüssig, durch fingirte Sonnen die mittlere Zeit, die Dauer des mittleren Tages zu suchen.

Die Variationen des Mittags haben die Theorie in eine beispiellose Confusion versetzt; daraus, dass die Sonne früher oder

später in den Meridian kommt, hat sie geschlossen, dass die *Tage* ungleich sind, dass ihre *Dauer* grösser oder kleiner ist, dass durch die Versetzung des Mittagspunctes die Dauer des Tages nicht geändert wird, das begreift die Theorie nicht.

Man findet in den Büchern über diesen Gegenstand sehr drollige Ansichten, die Autoren sind aber einstimmig der Meinung, dass die Länge des Sonnentages von 24 Stunden veränderlich ist, dass der längste Tag im Jahre der 23. December und um 30″ grösser als der mittlere, der kürzeste Tag aber der 16. September — soll heissen der 18. — ist um 24″ kleiner. Was soll nun dies bedeuten? wird der Leser fragen. Den 23. December ist für Paris z. B. die Zeitgleichung — 46″ 88, am 25. = 0. Am 22. December ist sie = — 1′ 16″ 83; die Differenz der Zeitgleichung ist also in den zwei Tagen + 30″. Am 16. September ist sie — 5′ 4″ 89, den folgenden Tag — 5′ 25″ 97, ihre Differenz ist — 21″. Die Theorie nimmt somit die Differenz der Zeitgleichung zweier aufeinander folgenden Tage für den Zuwachs der Tagesdauer „während des Jahres!“ Entscheidet die Culminationszeit der Sonne die Länge des Tages, so ist der längste Tag im Jahre der 11. Februar, die Sonne kommt an diesem Tage 14′ 30″ 28 später in den Meridian; der kürzeste ist der 3. November, die Culmination ist um 16′ 18″ 12 früher; die Differenz zwischen den Tageslängen ist somit 30′ 48″ 40.

Sind die Tageslängen variabel, so ist die Rotationsdauer gleichfalls variabel, denn das Phänomen des Tages und der Nacht ist durch die Rotation *allein* hervorgebracht.

Einer der kräftigsten Schlüsse, der je einem Astronomen gelungen, ist, dass eine der Ursachen der Variationen des Mittags in der Geschwindigkeit des Lichtes liegt!*). Ist die Erde der Sonne näher oder ferner, so kommt auch ihr Licht früher oder später an; der gelehrte Autor ist somit der Meinung, dass, wenn das Licht später ankommt, die Sonne gleichfalls später in den Meridian treten muss. Hieraus folgt natürlich, dass aus den Variationen des Mittags sowohl die Entfernung der Sonne als auch die Lichtgeschwindigkeit herauszufinden ist.

In der *mittleren* Entfernung der Sonne kommt das Licht dieses Himmelskörpers netto in 8′ 16″ auf die Erde. Indem die Zeitgleichung viermal des Jahres = 0 ist, so befindet sich die Sonne eben so vielmal des Jahres in ihrer mittleren Entfernung und kommt weder früher noch später in den Meridian. Die Theorie sagt, dass „die Sonnenferne ihrem scheinbaren Durchmesser umgekehrt proportional ist.“ Die Differenz zwischen dem Maximum und Mini-

*) Dr. J. H. Mädler etc. p. 57.

Digitized by Google

mum dieses Durchmessers während des Jahres ist beiläufig ein Dreissigstel, folglich kommt die Sonne um ein Sechszigstel ihrer mittleren Entfernung der Erde näher oder ferner, das Licht eben so um 8″ 03 früher oder später an. Die Sonne ist am nächsten den 1. Jänner, am entferntesten den 2. Juli, woraus folgt, dass sie am 1. Jänner in der kürzesten Frist in den Meridian kommt, wo hingegen sie sich am 2. Juni am meisten verspätet. Es muss somit an diesen beiden Tagen die grösste Zeitgleichung statthaben, die eine negativ, die andere positiv. Den 1. Jänner ist sie + 3′ 45″ 16, den 2. Juli + 3′ 36″ 76 (in Paris 1864), woraus folgt, dass an diesen beiden Tagen die Sonne nahezu gleichweit von der Erde entfernt ist und das Licht auch in derselben Zeit ankommt, sowie auch die Sonne zu gleicher Zeit in den Meridian tritt.

[9.] Die mittlere Zeit, die Dauer des mittleren Sonnentages ist somit glücklich entdeckt: sie ist von 24 Stunden, die von nun an weder grösser noch kleiner werden. Es ist eine anerkannte Thatsache, dass die Zeit einer Umdrehung der Himmelssphäre, die Zeit während welcher ein Stern seinen täglichen Kreis beschreibt, unveränderlich dieselbe ist. Aus dieser Thatsache folgt aber alsogleich, dass jene Bewegung der Erde, welche dieses Phänomen hervorbringt, gleichfalls unveränderlich sein müsse und Niemand zweifelt daran, dass die Rotationsbewegung der Erde eine gleichförmige ist.

Hat man nun zwei constante Zeiten zweierlei Grösse, so ist die Differenz zwischen ihrer Dauer gleichfalls constant. Ist die eine der Zeiten bekannt und ihre Differenz, so sind beide, so wie auch ihr Verhältniss bekannt.

Wir haben bereits gesehen, dass die Sonne täglich um 3′ 56″555 später als ein Vergleichsstern in den Meridian kommt, es ist somit der Sonnentag um diese Zeit grösser als der Sterntag. Wir bemerken hier, dass im Vergleiche zur Sternzeit, Sterntag und Sternkreis man die Ausdrücke, Sonnenzeit, Sonnentag und Sonnenkreis gebrauchen könne, ohne sich des Wortes *mittlere* zu bedienen.

Sind nun diese beiden Tage gleichweise durch 24 Stunden repräsentirt, so muss ihr Verhältniss durch die Bruchtheile dieser Zeit angegeben werden, und man wird jedesmal bemerken, auf welchen Tag sich die 24 Stunden beziehen?

Nimmt man diese für den Sonnentag, so ist der Sterntag = 23ʰ 56′ 4″ 0907, nimmt man sie für den Sterntag, so ist der Sonnentag = 24ʰ 3′ 56″ 555.

Ist somit die Sonnenzeit = 1 so ist die Sternzeit = 0·99726967, ist die Sternzeit = 1, so ist die Sonnenzeit = 1·00273791.

Ein Sonnentag ist gleich einem Sterntage + 3′ 56″ 5554.

Ein Sterntag ist gleich einem Sonnentage — 3′ 55″ 9093.

Es ist beruhigend wenn eine Wissenschaft genaue Grundzahlen aufstellen kann, deren Unveränderlichkeit constatirt ist. Aus dieser einzigen Zahl 3′56″555 z. B., welche man auch die Acceleration der Sterne genannt hat, fliessen die Bestimmungen, welche wir zu betrachten haben, ganz einfach.

Ist die Zahl von 236″5554 in Sternzeit genommen, so wird sie in mittlere Zeit verwandelt 235″9093; die Differenz zwischen den zwei Zahlen ist = 0″6461.

Die beiden Uhren der Astronomen, die Stern- und die mittlere Uhr, jede mit ihren 24 Stunden, spielen von nun an eine grosse Rolle; sie geben in der That die practische Auflösung über die Frage der beiden Zeiteinheiten. Ihre Secundenpendel machen in ihren 24 Stunden 86400 Oscillationen, die Dauer der Oscillation beider Pendel verhält sich wie die durch die Uhren repräsentirten Tage oder Zeitlängen.

Während der Zeit, als der mittlere Pendel seine 86400 Schwingungen macht, hat der Sternenpendel 86400 + 236″5554 gemacht und umgekehrt, während dieser seinen Cyklus von 86400 Oscillationen vollendet, hat der erstere Pendel um 235·9093 weniger Schwingungen gemacht. Um nun die Sternuhr nach der mittleren zu construiren nimmt man an, dass aus 86164·0907 Oscillationen 86400 werden sollen, was durch das Verkürzen des Pendels erreicht wird.

[10.] Angenommen dass der Kreisumfang von 360⁰ von einem Puncte in 24 Stunden beschrieben wird, so ist das Verhältniss zwischen Zeit und Bogen wie 1 zu 15. Die Frage ist nun, gehört dieses Verhältniss dem Stern- oder dem Sonnentage an? Beiden zugleich kann es nicht gehören, indem hier von einer gleichförmigen Bewegung die Rede ist.

Wir wissen dass ein Stern seinen Kreis in 24 Stunden durchläuft, dass somit jeder Zeitfraction das 15fache des Bogens entspricht; man kann somit vorläufig sagen, das Verhältniss gehört der Sternzeit zu. Wir lesen aber in den Büchern, dass „indem der „Declinationskreis der Sonne 24 Stunden braucht um sich 360⁰ zu „drehen, so braucht er eine Sonnenstunde um den Winkel von „15⁰, eine Sonnenminute um einen Winkel von 15′, eine Secunde „Sonnenzeit um 15″ zu beschreiben.“*) Was der gelehrte Autor unter dem Declinationskreis *der Sonne* versteht, welcher nach ihm sich um die Weltaxe drehet? das muss der Leser errathen. Entweder ist dieser ganz einfach der von der Sonne täglich beschriebene Kreis selbst, oder er ist der Meridian des Beobachters.

*) Delaunay Astron. p. 341.

Derselbe gelehrte Autor sagt (p. 355) dass „in Folge der „Stellungsveränderung der Sonnenellipsenaxe in Bezug auf die „Linie der Nachtgleichen es sich ereignen kann, dass die Zeitglei- „chung nur zweimal des Jahres = 0 wird.“ Er sagt jedoch nicht auf welche Beobachtungen er seine Meinung stützt? Er scheint aber zu vergessen, dass die Axe der Sonnenellipse nach der Theorie die Linie der Nachtgleichen selbst ist. Wir erwähnen dies im Vorübergehen, denn bald werden wir sehen, welche Vorstellung man sich von der Versetzung der Nachtgleichenlinie auf der invariablen Ebene, nicht der Sonnen-, sondern der Erdellipse gemacht hat, so wie über den Durchschnitt dieser Ebene mit jener des Aequators. Nach dieser Vorstellung bewegt sich die Nachtgleichenlinie auf der Ebene der gewissen Ellipse und fällt einmal mit ihrer kleinen Axe, nach einer gewissen Periode aber mit ihrer grossen Axe zusammen. Was aber die eingebildete Bewegung der eingebildeten Linien und Ebenen für einen Einfluss auf die Variationen des Mittags haben soll? das kann Niemand wissen.

Gehört nun das Verhältniss 1 zu 15 der Sonnenzeit, so kommt der Sternzeit das Verhältniss 1 zu 14·9591 zu. Beschreibt ein Punct in 24 Stunden 360^0, so wird er in $23^h\,56'\,4''0903$, $360^0 - 0^0 98295 = 359^0 0171$ beschreiben: beschreibt er aber in dieser Zeit 360^0, so wird er in 24 Stunden $360^0 + 0^0 9856472$ beschreiben. Es ist ersichtlich, dass das Verhältniss entweder beiden Zeiten oder keiner von beiden exclusiv zukommt, das heisst, es bezieht sich auf *Zahlen*, deren eine die Zeit, die andere den Bogen vorstellt. Da in ungleichen Zeiten auch ungleiche Bogen beschrieben werden, so folgt, dass, wenn der Sternenhimmel in einer kürzeren Zeit als die Sonne seinen Kreis beschreibt, er sich auch schneller bewegen müsse. Die Frage entsteht nun, ob die Sterne acceleriren oder ob die Sonne retardirt?

Diese Frage scheint eine untergeordnete zu sein, sie ist aber für die practische Astronomie wichtig, sie ist identisch mit der Frage: beziehet sich die Rotationsdauer auf die Sterne oder auf die Sonne? Man kann a priori sagen, sie bezieht sich auf beide, indem die täglichen von ihnen beschriebenen Kreise Folgen der Erdrotation sind; eben so gut aber kann man sagen, die Dauer der Axendrehung bezieht sich auf keine von beiden, sondern dass die von einem Puncte der Erdoberfläche während einer Axendrehung beschriebenen 360^0 sich auf die Erde selbst beziehen.

Dass dieser Umstand nicht ermangelt Irrungen hervorzubringen, ist begreiflich. Wir haben gesehen, dass die Translationsbewegung der Erde die Sonne nicht direct angeht, obwohl sie von dieser mittelbar angezeigt wird, denn die Erde bleibt in der Gegenwart der Sonne, sie wendet sich von dieser nicht ab, und beide

Digitized by Google

Himmelskörper scheinen sich in derselben Richtung zu bewegen, als würden sie um einen gemeinschaftlichen Mittelpunct kreisen, die Richtung ihrer Bewegung aber ist jene der Rotation. Aus diesem Phänomen kann man folgern, dass, wenn die Translationsbewegung der Erde in Bezug auf die Sonne nicht in ihrer Integrität wahrnehmbar ist, desto deutlicher ihre Rotationsbewegung von ihr angezeigt sein muss.

Betrachten wir einen von den Sternen beschriebenen Himmelskreis und fragen, welche ist die Bewegung die den 24 Stunden Sternzeit und den beschriebenen 360^0 zugleich entspricht? so müssen wir sagen, dass diese die combinirte Doppelbewegung der Erde ist. Es muss sich somit aus dem Phänomen herausstellen, dass diese Doppelbewegung zugleich und in derselben Richtung statt hat und ihre Combination die tägliche Umdrehung der Himmelssphäre erzeugt; eben so muss es sich erweisen, dass diese combinirte Bewegung eine gleichförmige ist.

[11.] Die Differenz zwischen dem Sonnen- und dem Sterntag ist dieselbe Zeit, mit welcher die mittlere Sonne später als der Stern in den Meridian tritt; wir haben diese Zeit von $236''555$ hinlänglich kennen gelernt, in Bogen verwandelt ist sie $= 3548''33$ und stellt, wie wir wissen, den Tagbogen oder die tägliche Bewegung der Erde in Translation vor. Wir haben auch gesehen, dass die Himmelssphäre ihren Kreis während eines Sterntages beschreibt; da nun die Bogen sich wie die Zeiten verhalten, beschreibt dieselbe Sphäre während eines Sonnentages, über den Kreis noch einen Bogen von $0^0 9856472 = 3548''33 = 59'8''33$.

Es ist somit ausser jedem Zweifel, dass während eines Sonnentages die Erde diesen Bogen durch ihre Translationsbewegung in ihrer präsumptiven Bahn beschreibt. Dieser Bogen gibt aber die Dauer ihrer Umlaufszeit, denn $360^0 : 0^0 9856472$ ist $= 360^0 \times 60^2 : 3548''33$ ist $= 365{\cdot}24222$; woraus dann folgt, dass die Umlaufszeit der Erde jene ist, welche man die tropische nennt und aus Sonnentagen zusammengesetzt ist. Ferner ist auch $24^h : 236''5554 = 365{\cdot}24222$. woraus folgt, dass der Tag sich zum Jahre verhält, wie die Differenz der beiden Tage (Sonn- und Sterntag) zu 24 Stunden. Dies gibt das Verhältniss zwischen der Dauer der Rotation und jener der Translation, beide in Bezug auf ihre Perioden.

Die Erde beschreibt somit durch ihre Revolutivbewegung in $365{\cdot}24222$ Tagen einen Kreis, welcher der Sternbewegung in 24 Stunden gleich ist. Sie beschreibt in einem Tage den Bogen von $3548''33$, in Zeit ausgedrückt $3'56''5554$, in einer Secunde den Bogen von $0''041069$, welcher in Zeit $= 0''002738$ ist.

Aus diesen Verhältnissen folgt, dass der Tagbogen in Bezug auf den Sternenhimmel und in Bezug auf die tägliche Bewegung

Digitized by Google

der Sterne, der Sternzeit entspricht. Dieser Umstand verursacht scheinbar einige Verwirrung, welche jedoch durch eine nähere Prüfung des Gegenstandes verschwindet. Drückt man nämlich die bekannte Differenz beider Tage in mittlerer Zeit aus, so hat man anstatt 236″5554 nur 235″9093 und dieser letzteren Zeit entspricht ein Tagbogen von 2538″64. Hieraus folgt nun, indem $360^0 : 3538''6395 = 24^h : 235''9093 = 366{\cdot}24222$ ist, so erhält man ein Jahr, welches in Sternzeit ausgedrückt, um einen Tag grösser ist. In der That ist die Differenz von 0″6461, 366·24222 mal genommen gleich 236″5554 und das Verhältniss der beiden Zeiten ist durch 366·24222 : 365·24222 gleichfalls gegeben.

Die Revolutivperiode der Erde ist somit die Zeit, in welcher sie durch ihre Translation 360^0 beschreibt. Wir haben erwähnt dass, wenn diese Zeit bekannt ist, so muss sie die Dauer einer Axendrehung angeben.

[12.] Um uns über den Zusammenhang der beiden Zeiten, der mittleren und der Sternzeit, noch mehr Aufklärung zu verschaffen, haben wir zu betrachten, welche Anwendung die practische Astronomie von denselben macht?

Wir wissen, dass die Rectascension der Sterne, eigentlich eine der beiden Coordinaten ist, welche ihre Lage auf der Himmelssphäre angeben; wir könnten sie die coelographische Länge der Sterne nennen: sie wird in Sternzeit ausgedrückt. Aendern die Sterne ihre Lage nicht, so kommen sie nach der Sternuhr stets um dieselbe Zeit in den Meridian. Diese Rectascension bezieht sich aber auf die Sonne und auf die zu ihrem System gehörigen Weltkörper nicht, denn die Sonne gehört nicht unter die Fixsterne, sie gehört keiner Constellation zu, folglich kann ihre Position in Bezug auf das Firmament nicht so wie jene der Sterne durch dieselben Coordinaten bestimmt werden. Das Sonnensystem versetzt sich im Raume beständig und ändert seine relative Stellung gegen die Sterne; man müsste demnach in Bezug auf die Körper des Systems dem Worte „Rectascension“ eine andere Bedeutung geben und sagen: diese ist die Zeit, in welcher sie nach der Sternuhr in den Meridian kommen.

Durch den angenommenen Gebrauch hat man eine veränderliche Rectascension aufgestellt. So wie aber die Sterne nach ihrer Uhr nur eine und dieselbe Rectascension haben, so hat auch die Sonne nach ihrer Uhr gleichfalls eine und dieselbe. Aus diesem Umstande folgt: beobachtet man nach der Sternuhr, so bleibt die Sonne von den Sternen zurück; beobachtet man nach der Sonnenuhr, so eilen die Sterne voraus. Acceleration und Retardation beziehen sich somit auf die Zeiten der beiden Uhren.

Digitized by Google

In den astronomischen Jahrbüchern (Ephemeriden) findet man unter andern folgende drei Rubriken:

a) Unter der Aufschrift „Sternzeit" ist eine Zahlenreihe aufgeführt, welche am 21. März mit Null anfängt, mit jedem folgenden Tage um 3′ 56″ 555 zunimmt, und somit nach Verlauf des Jahres mit vollen 24 Stunden endet.

Dies ist nichts anderes als der tägliche Gang der Sternuhr, ihre Acceleration vor der mittleren Uhr, und setzt voraus, dass die Zeiteinheit der mittlere Sonnentag ist. Fängt man die Addition mit dem Moment an, in welchem die Sonne in den Frühlingspunct tritt, so werden die 24 Stunden voll nach 365.24222 Tagen. Im vierten Jahre fällt das Ende der 24 Stunden auf den 22. März, wenn während dieser Zeit kein Tag eingeschaltet wurde.

Verwandelt man die in den Columnen enthaltenen Zeiten in Bogen, so hat man von Null an einen täglichen Zuwachs von 0^0 9856472 oder 59′ 8″ 33, um so nach Verlauf des Jahres 360^0 zu erhalten.

Diese Zahlenreihe setzt eine gleichförmige Bewegung voraus und repräsentirt folgende Erscheinungen:

1. Die Acceleration der Sterne in Bezug auf die mittlere Uhr.
2. Die tägliche scheinbare Bewegung des Sternhimmels, der während des Jahres in gleichen Bogen den Kreis von 360^0 beschreibt.
3. Die tägliche Zunahme der Rectascension der mittleren Sonne, in Bezug auf die Sternuhr, und endlich
4. Die tägliche Bewegung der Erde in ihrer Revolutivcurve, den bekannten Tagbogen von 59′ 8″ 33.

b) Eine Columne mit der Aufschrift „Geradaufsteigung der Sonne" enthält die Zahlenreihe derselben Sternzeit, zu welcher die Zeitgleichung mit ihrem Zeichen täglich addirt wird. Sie beginnt gleichfalls mit Null den 21. März und endet mit dem Jahr eben so bis 24 Stunden. Diese Zahlenreihe combinirt die gleichförmige Bewegung der Erde mit der scheinbaren veränderlichen Bewegung der Sonne und gibt den mittleren Mittag in Sternzeit an.

Wir haben gesehen, dass die Zeitgleichung selbst die eigentliche Rectascension der Sonne genannt werden kann. Würde man die sogenannte Sonnenrectascension in mittlerer Zeit angeben, so bliebe die Zeitgleichung allein in der Columne stehen, gleichfalls in mittlerer Zeit ausgedrückt: würde man ferner die Zahlen der Zeitgleichung in Bogen verwandeln und für sich allein in eine Reihenfolge für das ganze Jahr geben, so hätte man den abwechselnd östlichen und westlichen Abstand — Winkel oder Bogen — der Sonne vom Meridian.

Digitized by Google

c) Eine dritte Zahlenreihe ist in mittlerer Zeit gegeben unter dem Titel „Rectascension des ersten Widderpunctes.“ Diese ist nur in dem Nauticalalmanach enthalten und könnte als ein Rechnungsluxus betrachtet werden. Sie ist die in mittlere Zeit verwandelte Sternzeit.

Die Sterne kommen nach der mittleren Uhr täglich um 3′ 55″ 91 früher als die mittlere Sonne in den Meridian; je langsamer eine Uhr geht, desto schneller laufen die Sterne. Die Sonnenuhr retardirt im Vergleich zur Sternuhr; die Zahlenreihe enthält diese Retardation, ohne sonst etwas vorzustellen. Es wird vorausgesetzt, dass in dem Moment als den 21. März der Frühlingspunct in dem Meridian ist, die mittlere Uhr 24 Stunden oder Null zeigt. Von diesen 24 Stunden werden täglich 3′ 55″ 91 abgezogen, bis die Uhr abermals 24 Stunden oder Null zeigt: so entsteht die Reihe. Da nun ein Punct der Himmelssphäre, ein Stern z. B., nach der Sternuhr sich bewegt, so entsteht hier eine kleine Confusion unter den Zahlen. Um nämlich bis auf Null zu kommen, muss man irgendwo einen Tag zu leihen nehmen, und diesen vor dem nächsten 21. März einschalten, indem $24^h : 3' 55'' 91 = 366{\cdot}24222$ ist; hat man nur 365 Tage zu seiner Disposition, so kann man füglich davon nicht 366 abziehen.

Die Differenz zwischen 3′ 55″ 9093 und 3′ 56″ 5554 ist die bekannte Zahl von 0·6461, welche 365·24222mal genommen, die Zahl 3′ 55″ 9093 gibt, welche in der Zahlenreihe als Ueberschuss bleibt. Um diese Columne richtig zu stellen, müsste man entweder mit 23^h 56′ 4″ 09 anfangen, in welchem Falle man dann mit Null endet, oder man fängt mit 24^h zu zählen an und hört mit 3′ 55″ 91 auf. Wollte man endlich diese Reihe in Bogen verwandeln, so würde man, wie bekannt, für 24 Stunden $360^0 — 59' 8'' 33$ erhalten. Die kleine Confusion entsteht somit durch die Verwandlung der Sternzeit in die mittlere. 3′ 56″555 Sternzeit ist gleich 3′ 55″909 mittlere Zeit; diese beiden Zeitquantitäten sind sich gleich, nicht aber die Zahlen; die gleichen Vielfachen derselben Quantität sind sich auch gleich. 365·2422mal 3′ 56″555 ist = 24 Stunden; nimmt man 3′ 55″ 91 eben so oft, so erhält man nur 23^h 56′ 4″ 09; es sind somit 3′ 55″ 91 verloren gegangen.

Alle diese drei Zahlenreihen bedingen, dass $360^0 = 24$ Stunden während eines aus 365·24222 „Sonnentagen“ bestehenden „Sonnenjahres“ beschrieben werden; wenn demnach die Theorie sagt, dass das wahre Jahr das Sternjahr, der wahre Tag der Sterntag ist, so hat sie der Praxis dreifach widersprochen.

[13.] Nach den Büchern ist die *wahre* Umlaufszeit der Erde die siderische: sie wird mit 365·25637 mittleren Sonnentagen an-

Digitized by Google

gegeben. Der Unterschied zwischen diesem und dem tropischen Jahr ist = 0·01415 Tage = 1222″ 56.

Hipparch war es, der die Dauer einer Erdrevolution durch das tropische Jahr ausgedrückt hat; diese Dauer ist sich seit 2300 Jahren gleich geblieben. Derselbe Hipparch hat die Präcession entdeckt; er fand nämlich, dass der Stern, der mit dem Frühlingspuncte coincidirt, sich jedes Jahr von diesem 50″ 3 entfernt; es konnte somit diesem grossen Astronomen nicht einfallen, zu sagen, dass die Revolution der Erde das Zurückkehren zu demselben Stern ist; es konnte ihm nicht in den Sinn kommen, eine variable, eine stets wachsende Dauer des Jahres oder der Umlaufszeit der Erde zuzuschreiben. Er wusste somit, dass die Erdumwälzung durch die Jahresdauer repräsentirt, sich nicht auf die Sterne, sondern auf die Sonne bezieht.

Die neue Schule sagt und lehrt: „das Beschreiben eines Himmelskreises ist eine Revolution.“ Man kann aber im Allgemeinen sagen, dass eine Revolutivperiode das Durchlaufen von angebbaren 360⁰ bedingt, ohne zu bezeichnen, worauf sich der Kreis oder dessen Grade beziehen, und so entsteht die Frage, in welcher der beiden von der Theorie aufgestellten Umlaufszeiten die Erde 360 Grade beschreibt? Dann kann die identische Frage kommen: bezieht sich die Revolution der Erde auf die Sterne oder auf die Sonne?

Es ist aber der Schluss a priori durch das System Copernik's selbst gegeben: „die Planeten kreisen *um* die Sonne, nicht aber *um* den Himmel.“

Beschreibt die Erde während des Sonnenjahres 360⁰, so wird sie während des Sideraljahres 360⁰ + 50″ 3 beschreiben; durchläuft sie aber den Kreis während des Sternjahres, so wird sie in einem tropischen Jahr 360⁰ — 50″ 3 durchlaufen.

Wir haben gesehen, dass die Erde an Translation eine Bogensecunde in 24″ 3415 Zeit beschreibt, folglich wird sie in 1222″ 56 den Bogen von 50″ 21 beschreiben: dieser Bogen aber ist der Unterschied zwischen den während beider Jahre beschriebenen Curven, und wird die Präcession der Nachtgleichen genannt.

Aus der siderischen Periode folgt der Tagbogen der Erde von 3548″ 193, er ist somit um 0″ 137 kleiner als der Tagbogen nach dem Sonnenjahr. Diese Zahl, welche genauer = 0·137167 ist, wird die tägliche Präcession genannt, und macht während 365·24222 Tage die jährliche Präcession von 50″ 209 aus. Für das Jahr 1865 wird sie mit 50″ 239 angegeben.

Die Präcession wird die Vorrückung der Nachtgleichen genannt, und besteht — wie wir erwähnten — darin, dass ein Stern, der im Frühlingspuncte mit diesem zugleich im Meridian war, das

Digitized by Google

nächste Jahr von diesem sich um 50″ 239 östlich entfernt, und folglich *alljährlich* um 3″ 348 *später* als der erste Widderpunct in den Meridian tritt. Es scheint, dass mit diesem Stern die ganze Himmelssphäre sich zugleich gegen Osten versetzt und so eine rückgängige Bewegung zeigt. Es ist somit anerkannt, dass der Frühlingspunct, was mit einer neu beginnenden Erdrevolution gleichbedeutend ist, durch die Sonne angegeben wird. Es ist nun sehr einfach, dass, wenn man die Wahl hat, zu entscheiden, was eigentlich im Raume sich versetzt: ob die ganze Himmelssphäre sich gegen Osten dreht, oder ob die Sonne sich gegen Westen vorwärts bewegt, um den jährlichen Bogen von 50″ 23 zu beschreiben, man wohl nicht lange sich besinnen wird, um zu sagen, dass die Sonne vorwärts, nicht aber der Sternenhimmel rückwärts geht.

So lange man die Erde für fix hielt, konnte man das Phänomen nicht erklären; da man den verschiedenen Bewegungen der Sonne noch eine kleine jährliche Bewegung in conträrem Sinne hätte zufügen müssen, welche für sich genommen unbedeutend ist. Nachdem man später die Sonne fixirt hat, ist das einfache Phänomen gänzlich unerklärlich geworden, und wir werden sehen, was die Theorie aus ihm gemacht hat.

[14.] Wir können aber auch hier schon deutlich wahrnehmen, in welche Ideenverwirrung die Theorie durch ihre siderische Umlaufszeit gerathen ist. Circulirt die Erde um den Mittelpunct der fixen Sonne, was ja das Credo der Theorie ist, so ist es einfach, dass ihre Umlaufszeit jene ist, während welcher sie einen Kreis *um* die Sonne beschreibt. Die Theorie aber verläugnet sich selbst und sagt: „das Beschreiben eines Himmelskreises ist die Revolution: die Zeit, welche ein Weltkörper braucht, um zu demselben Stern zurückzukehren, von welchem er ausging, ist die Dauer seiner Umlaufszeit.“

Hat man dieses festgesetzt, so folgt unmittelbar, dass z. B. die Erde ihre nächste Revolution bei demselben Stern wieder anfangen muss, bei welchem sie ihre Revolution vollendet hat, und so jedes Jahr fort und fort; denn es wäre absurd, zu sagen, dass die Erde jede ihrer Perioden bei einem andern Stern anfängt, dass somit ihre siderische Umlaufszeit sich jedes Jahr auf einen andern Stern bezieht. Bezieht sich das tropische Jahr auf eine und dieselbe Sonne, so muss sich das Sideraljahr auf einen und denselben Stern beziehen.

Der Stern, der zu Hipparch's Zeit, wahrscheinlich der Hauptstern in dem Sternbilde des Widders, mit dem Frühlingspuncte zusammenfiel, ist gegenwärtig von diesem bei 30° entfernt. Die Theorie muss nun entweder sagen, dass das Sternjahr heutzutage

um einen ganzen Monat länger ist als das Sonnenjahr, oder dass dieses um so viel kürzer ist als jenes. Dieser Stern kommt gegenwärtig den 21. April in den Meridian; soll die Erde oder die Sonne mit ihm coincidiren, so fällt das Frühjahr beiläufig nach 4000 Jahren mitten in den Sommer.

Die Theorie sagt weder das Eine noch das Andere, sie ist aber genöthigt zu bekennen, dass ein neues Jahr, eine neue Revolution der Erde in dem Moment beginnt, als die *Sonne* sich im Frühlingspuncte befindet, nicht aber derselbe Stern: denn die practische Astronomie gründet alle ihre Zeitbestimmungen, alle ihre Vorausberechnungen auf diesen Moment. Nun fragen wir, was will die Theorie mit ihrer wahren Sideralrevolution eigentlich sagen, welche ebenso constant bleibt wie die tropische? Diese zwei Umlaufszeiten, durch zwei von einander sich beständig entfernende Himmelspuncte repräsentirte Revolutionen, können nicht eine constante Differenz haben; bleibt die eine constant, so ist die andere veränderlich; es zeigt sich aber, dass die tropische die constante ist, denn die siderische wächst mit der Präcession.

Die Theorie gibt nicht an, auf welchen Stern die wahre Umlaufszeit der Erde sich bezieht; was soll man aber sagen, wenn man in einem Buche liest, „dass die siderische Umlaufszeit der „Erde *um* die Sonne unveränderlich ist, während die tropische „durch die Präcession verändert wird.“ *)

Woher kommt diese Ideenverwirrung, die die Dinge gänzlich verkehrt ansieht? So wie die Theorie zwei verschiedene Tageszeiten, zwei Gattungen von 24 Stunden — verschiedener Dauer, also zwei Uhren aufgestellt hat, so hat sie ihre zwei verschiedenen Jahresdauer, ohne zu wissen, welche Uhr retardirt oder accelerirt, welches Jahr constant oder variabel ist? Ist die jährliche Differenz zwischen den beiden Jahren 20′ 38″ 18 und eines derselben unveränderlich, so ist die andere variabel. Es hat sich aber seit ein paar Tausend Jahren erwiesen, dass die tropische Revolution constant ist, es muss somit die siderische variabel sein. Fängt das Jahr mit dem Moment des Frühlings an, so wächst die siderische Umlaufszeit jährlich, und wird in beiläufig 26 Tausend Jahren zwei Jahre lang sein; fängt die Revolution bei dem Stern an, ist der Theorie zuliebe die siderische Umlaufszeit die wahre, so wird das tropische Jahr nach denselben 26 Tausend Jahren = 0 werden; die Erde wird *um* den Mittelpunct der Sonne gar nicht, um so mehr aber *um* die Sterne circuliren.

Ein Autor sagt, dass „die wahre siderische Umlaufszeit der Erde *um* die Sonne durch die Präcession nicht verändert, die tro-

*) Dr. J. H. Mädler.

pische aber in hundert Jahren um 1″ 595 kürzer wird; dieses veränderliche Jahr ist das *sogenannte* Sonnenjahr oder die Zeit, welche die Wiederkehr der Jahreszeiten bestimmt.“ Ein anderer Autor fügt hinzu, dass auch die Nutation das ihrige beiträgt, sowohl die Präcession selbst als auch die Jahresdeuer zu verändern.

„Siderische Umlaufszeit der Erde *um* die Sonne,“ „siderische Umlaufszeit des Mondes *um* die Erde“ ist Cacophonie; eben so gut wäre es zu sagen „Solarumlaufszeit der Erde *um* die Sterne,“ „geonische Umlaufszeit des Mondes *um* den Himmel.“ Das „sogenannte Sonnenjahr, welches die Jahreszeiten bestimmt!“ Ist es nicht vielleicht umgekehrt? Man sollte glauben, dass die Jahreszeiten durch die Lage der Sonne bestimmt werden, welche wieder nur Folge der Erdbewegung ist. Aus dieser regelmässigen Wiederkehr der Jahreszeiten sollte doch klar hervorgehen, dass die Revolution der Erde sich auf die Sonne bezieht. Der gelehrte Autor will aber damit sagen, dass dieses sogenannte Sonnenjahr gut genug für die armen Sterblichen ist, die Astronomen aber haben sich das — nichtsogenannte Sternjahr gewählt, weil sie von den Jahreszeiten unabhängig sein wollen.

[15.] Ist die Eigenbewegung der Sonne als Thatsache anerkannt, so wird der Zusammenhang dieser Phänomene auch erkenntlich. Die eine Richtung der Sonnenbewegung ist durch die Präcession angezeigt. Sie versetzt sich im Raume in einer der Erdbewegung scheinbar entgegengesetzten Richtung, mit ihr versetzt sich ihr System, mit dem Systeme die Erde, mit der Erde ihre beiden Bewegungen, woraus schon von selbst folgt, dass die Richtung der Bewegungen eine und dieselbe ist. Die jährliche Versetzung der Sonne ist somit an den Sternen wahrnehmbar, und ist durch den Bogen von 50″23 angegeben. Indem dieser Bogen durch die Erdrotation oder überhaupt durch die tägliche Bewegung der Erde in 3″ 349 Zeit beschrieben wird, so folgt daraus, dass — wie dies die Theorie lehrt — alle Sterne um diese Zeit jährlich später in den Meridian kommen, d. h. die Rectascension der Sterne nimmt jährlich mit dieser Zeit zu, ohne dass jene der Sonne zunimmt. Würde sich die Sonne im Sinne der Rotation, also im conträren Sinne der scheinbaren täglichen Bewegung des Sternenhimmels, um den bewussten Bogen jährlich versetzen, so würden die Sterne mit 3″ 349 früher in den Meridian kommen, ihre Rectascension würde abnehmen.

Aus dem Umstande, dass die Sonne der Erde in ihrer Translationsbewegung gleichsam entgegen zu kommen scheint, geht hervor, als würde hiedurch der jährliche Erdkreis um 50″ 23 verkleinert und ihre Revolutionsdauer um 20′ 38″ 18 verkürzt werden. Man könnte somit hieraus folgern, dass die zur Umlaufszeit der

Digitized by Google

Erde nöthigen 360° durch die Sideralperiode geliefert werden. Es ist aber ersichtlich, dass die Revolutivcurve der Erde durch dieses scheinbare Entgegenkommen der Sonne nicht afficirt sein, und somit auch die Dauer ihrer Revolution sich nicht ändern kann, da sich beide auf die Sonne beziehen.

Indem das Sideraljahr genau um die jährliche Präcession grösser als das tropische ist, so könnte man es so definiren, dass es gleich dem tropischen Jahre ist, vermehrt um den in Translationszeit verwandelten Bogen der Präcession. Es ist ersichtlich, dass man Präcessionen von so vielen Jahren als man will annehmen kann, um eine grössere Periode hervorzubringen, man wird aber dadurch die wahre Umlaufszeit der Erde nicht angeben.

Sei der Punct — die Stelle — welcher immer, den die Sonne im Raume einnimmt, so wird sowohl die Revolutivcurve als auch die Umlaufszeit der Erde überall dieselbe sein, d. h. versetzt sich die Sonne im Raume, so versetzt sich auch die sogenannte Erdbahn mit, ohne eine Veränderung zu erleiden; dass aber die perspectivische Ansicht des Sternenhimmels sich mit der Weiterbewegung der Erde ändert, ist wohl an sich klar. Wo nun die Sonne im Frühling sich befindet, dort beginnt die Erde eine neue Periode, und endet diese, wo die Sonne nach Verlauf des Jahres sich befinden wird. Dieses ist das beobachtete Phänomen, dessen periodische Wiederkehr constatirt ist. Es ist eine von der Theorie aufgestellte Meinung, dass die Präcession nicht nur auf die jährliche, sondern auch auf die tägliche Bewegung der Erde sich äussert oder einfliesst, und man glaubt, dass der Tagbogen der Erde mit + 0″ 137 afficirt ist. Diese Ansicht hängt mit dem Begriffe der siderischen Revolution zusammen, die Beobachtung gibt den Tagbogen des tropischen Jahres.

Es stellt sich somit heraus — was wir später noch deutlicher sehen werden — dass nicht der erste Widderpunct, nicht die Linie der Nachtgleichen sich versetzt, dass nicht die Ebene des Aequators die Ebene der Ecliptik jährlich in einem anderen Puncte durchschneidet, sondern dass sich die Sonne im Raume versetzt; dass nicht die Nachtgleichen die Position der Sonne angeben, sondern umgekehrt die Sonne die Nachtgleichen bestimmt, welche ihr überall nachfolgen. Noch haben wir zu bemerken, dass das Phänomen der Präcession nicht „allein“ darin besteht, dass ein Stern sich jährlich von der Sonne östlich entfernt, sondern auch darin, dass er zugleich seine Declination ändert, und zwar eben so wie seine Rectascension, jährlich und täglich. Derselbe Stern (α Arietis z. B.), der sich seit Hipparch mit 30 Graden in Rectascension von der Sonne entfernt hat und sich heute noch nahe 50″ gegen Ost jährlich versetzt, hat während jener Periode seine nördliche Decli-

Digitized by Google

nation um nahe 12 Grade vergrössert, woraus hervorgeht, dass die Sonne nicht allein gegen Westen, sondern auch zugleich gegen Süden sich bewegt. Wir werden auf diese wichtige Frage noch zurückkehren.

Nach diesen Betrachtungen können wir sagen, dass die Umlaufszeit der Erde nicht die siderische sein kann, eben weil diese Periode die Sonnenbewegung in sich enthält. Diese Bewegung kann von der Erde — die der Sonne folgt — nicht direct angezeigt sein, sie ist aber, wie natürlich, auf dem Sternenhimmel projicirt. Das Verhältniss zwischen mittlerer und Sternzeit gründet sich auf das tropische Jahr und ist das Resultat der Beobachtungen; die siderische Revolution würde dieses Verhältniss ändern und die Differenz zwischen den beiden Zeiten um 0″ 009 verkleinern.

Die Präcession ist in den siderischen Umlaufszeiten aller Planeten enthalten; ist sie für die Planeten von kurzer Periode auch nicht bedeutend, so wird ihre Quantität mit der Zunahme der Revolutionsdauer schon fühlbar; für Neptun z. B., dessen Revolution mit 60127 Sonnentagen angegeben ist, sind eben so vielmal genommene 0″ 137467 oder 8265″ 5 an Präcession enthalten; da dieser Planet an Translation den Tagbogen von 21″ 554 beschreibt, so folgt, dass seine tropische Umlaufszeit um 383·48 Tage kleiner als die siderische ist.

[16.] Die Astronomen sagen einstimmig, dass die Rotationsdauer der Erde der Sterntag, dass die wahre Periode derselben 23^h 56′ 4″ 09 in mittlerer Zeit ist, und sie fügen hinzu, dass sich die Erde während des Jahres 366mal um ihre Axe dreht.

Es zeigt sich hier alsogleich eine Anomalie; was ist das für eine Einheit, welche durch den endlosen Bruchtheil einer anderen Einheit ausgedrückt ist? Bemerkenswerth ist es, dass das „Annuaire du Bureau des Longitudes," welches auf Genauigkeit Anspruch macht, diese Rotationsdauer schlechtweg mit 23^h 56′ angibt und somit noch 4″ 091 in Ersparung bringt, wodurch die Jahresdauer um 25′ verkürzt wird.

Wir haben sattsam gesehen, dass das Phänomen, nach welchem die Himmelssphäre mit ihrem Gesammtinhalte eine tägliche Umdrehung macht, die Folge der Erdrotation ist. Hier müssen wir dem Ausdrucke eine grössere Präcision geben und sagen, dass, indem die beiden Bewegungen der Erde — Rotation und Translation — in Verbindung zugleich vorgehen, das bewusste Phänomen durch ihre Combination, d. h. durch beide Bewegungen hervorgebracht ist. Sei nun der Effect gross oder klein, die beiden Bewegungen nehmen ihren proportionalen Antheil daran. Das Verhältniss ihrer Theilnahme ist gegeben, es ist jenes der Rotationsdauer zu der Revolutionsdauer.

Wir haben gesehen, dass, während die Sonne ihren Tageskreis scheinbar beschreibt, die Himmelssphäre mit ihren Sternen über den Kreis von 360^0 noch einen Bogen von $59' 8'' 33$ beschreibt. Wenn wir nun sagen: Nimmt man an, dass die 360^0 der Rotation durch die Wiederkehr eines Sternes in den Meridian repräsentirt sind, so muss man auch annehmen, dass der Unterschied des Kreises oder dessen Ueberschuss, der Bogen von $59' 8'' 33$ nämlich, durch die Translation beschrieben ist, denn es ist selbstverständlich, dass die beiden unzertrennlichen Bewegungen der Erde in 24 Stunden Sonnenzeit die $360^0 + 59' 8'' 33$ vereint beschreiben. Aus dieser einfachen Bemerkung folgt aber unmittelbar, dass 1. während einer Stunde mittlerer Zeit von den sich scheinbar bewegenden Sternen $15^0 + 147'' 85$ beschrieben werden; 2. dass die von den Sternen beschriebenen 360^0 nicht die Rotationsdauer vorstellen, und 3. dass das Verhältniss zwischen Rotation und Translation wie 365·24222 zu 1 ist. Aus dieser Verhältnisszahl folgt wieder, dass die Rotationsdauer nothwendigerweise der mittlere Sonnentag sein müsse.

Während $23^h 56' 4'' 091$ hat die Erde an Translation einen Bogen von $0^0 982956 = 3538'' 65$ beschrieben, der von 360^0 abzuziehen ist, um den für die Rotation entfallenden Bogen zu erhalten, d. h. damit die Rotation sich vollende, muss sie auch noch jenen Bogen beschreiben, welchen die Translation während eines Sonnentages beschrieben hat. Aus diesen Umstande folgt aber, dass eine Rotation nur dann vollendet ist, wenn sie für sich allein genommen 360^0 beschreibt, was nur während jener Zeit möglich ist, in welcher die Translation ihren Tagbogen vollendet. Dies sagt aber deutlich, dass die Rotationsdauer gleich dem mittleren Tage ist.

Für das Phänomen der täglichen Bewegung des Sternenhimmels haben wir somit folgende Zahlenausdrücke:

Sternzeit	*Mittlere Zeit*
24 Stunden	$23^h 56' 4'' 0907$
$+ 3' 56'' 5554$	$+ 3' 55'' 9093$
$24^h 3' 56'' 5554$	$24^h 0' 0''$

Bogen:	*der Rotation*	*der Translation*
360^0	$359^0 0171$	$0^0 982956$
$+ 0^0 985647$	$+ 0^0 9829$	$+0^0 002691$
$360^0 985647$	360^0	$0^0 985647$

Verwandeln wir die Bogen in Zeit, so haben wir

Mittlere Zeit	*Translation*	*in Sternzeit*	
$23^h\ 56'\ 4''\ 0907$	$3538''\ 65$	$3'\ 55''\ 9093$	$= 235''9093$
$3'\ 55''\ 9093$	$9''\ 68$	$0''\ 6461$	$= 0''6461$
$24^h\ 0'\ 0''$	$3548''\ 33$	$3'\ 56''\ 5554$	$236''5554$

Die Frage der Anzahl der Rotationen während des Jahres löst sich von selbst. Die Sterne beschreiben während eines Sterntages einen wirklichen Kreis von 360^0; sie beschreiben somit eben so viele Kreise als das Jahr Sterntage enthält. Diese sind 366·24222. Im Ganzen beschreibt somit der Sternenhimmel während des tropischen Jahres 366 ganze Kreise und noch einen Bogen von 87^0 1992, welcher der Jahresfraction von 0·24222 zukommt. Einer dieser Kreise aber gehört der Translation, und daher bleiben für die Rotation so viele Kreise, als es im Jahre mittlere Sonnentage gibt.

Während eines Sonnentages beschreibt die Sternensphäre einen Kreis und darüber noch einen Bogen von $0^0$9856472; nimmt man diesen Bogen 365·24222mal, so erhält man dieselbe Quantität des durchlaufenen Raumes, d. h. 366 Kreise und den Bogen von 87^0 1992. Aus dieser Zusammenstellung folgt, dass die Dauer der Rotation sowie jene der Revolution nicht darin besteht, „einen Kreis am Himmel zu beschreiben," sondern um ihre eigene Revolutivperiode in Bezug auf die Sonne zu vollenden. Bemerken wir noch, dass die Sonne während des Jahres durch ihre scheinbare Bewegung nicht mehr als 365·24222 Tageskreise beschreibt, so wird es klar, dass Sonnentag und Rotationsdauer Synonyme sind, und dass sich die Translationsbewegung nicht direct auf die Sonne bezieht, was nur dadurch erklärlich ist, dass die Erde nicht „um den Mittelpunct der Sonne kreiset," sondern dieser folgend durch ihre Eigenbewegung circulirt.

Hätte man jemals die Phänomene der scheinbaren Sonnenbewegung ernstlich studiert, so würde man nie auf den Einfall gerathen sein, dass die Sonne sich in der Ecliptik bewegt und jährlich einen Kreis *um* die Erde beschreibt: man würde somit durch die Substitution auch nicht geschlossen haben, dass die Erde sich in der Ecliptik *um* die Sonne bewegt. Der Umstand, dass die Sonne in derselben Richtung mit der Erde sich vom Occident nach dem Orient zu versetzen scheint, und dass sie während des Jahres um einen Kreis weniger als die Sterne beschreibt, war hinlänglich zur Erkenntniss zu führen, dass weder die Sonne um die Erde noch diese um jene kreiset, dass folglich weder die Sonne noch die Erde sich in der Ecliptik bewegt.

Digitized by

[17.] Wir sind zur Kenntniss der beiden Zeiteinheiten auf eine sehr einfache Weise gelangt; ausser Zeit und Bogen hatten wir kein Element zu betrachten, und es ist ersichtlich, dass die Periode der Rotation sowohl als jene der Revolution der Erde, von ihrer Sonnenferne wie auch von ihrer Bahngrösse und deren Figur unabhängig sind. Zur Kenntniss des Verhältnisses zwischen Zeit und Bogen, zwischen Rotations- und Translationsdauer führte uns eine einzige Zahl, diese gibt die Zeit von 3′56″5554, welche den Tagbogen der Erde repräsentirt. Diese einfache Zahl bringt zugleich den Begriff der gleichförmigen Bewegung der Erde mit sich. Das Verhältniss der beiden Zeiten, der mittleren und der Sternzeit, des Sonnen- und des Sterntages ist klar geworden, und wir haben erkannt, dass „mittlerer Tag“ und „Rotationsdauer“ gleichbedeutend sind.

Arago definirt den mittleren Tag folgends: (III. p. 103.)

„Der mittlere Tag ist gleich der Zeit, welche die Erde ver-
„wendet, um eine vollkommene Umwälzung (Revolution) über sich
„selbst zu machen, vergrössert durch die scheinbare mittlere Be-
„wegung der Sonne während desselben Zeitintervalles.“

Dass es dem Studenten schwer sein muss, diese Definition zu verstehen, ohne den Zusammenhang der Phänomene zu kennen, ist ersichtlich. Wir können aber nach den vorhergegangenen Betrachtungen sagen, dass diese Definition weder klar noch correct ist.

Erstens ist hier angenommen, dass die Rotationsdauer der Sterntag ist, (was zu beweisen der Theorie nicht möglich ist;) wir wissen nun, dass dies in der That nicht der Fall ist: indem diese Dauer der Rotation der mittlere Tag selbst ist, so kann sie an Grösse sich selbst nicht übertreffen. Zweitens ist die Erdbewegung mit der scheinbaren Sonnenbewegung vermengt, wir aber wissen schon, dass unter der mittleren Bewegung der Sonne der Tagbogen der Erde zu verstehen ist; drittens ist in der Definition die Zeit um einen Bogen vergrössert, der Leser weiss es aber, dass dieser fragliche Bogen zuerst in Zeit zu verwandeln ist, bevor er zu einer anderen Zeit addirt wird; endlich ist es nicht klar, welches Intervall für die Sonnenbewegung verstanden ist? Ist dieser der mittlere Tag selbst oder die supponirte Rotationsdauer, der Sterntag? Im ersten Falle ist der Bogen um 9″68 grösser als im zweiten.

Das Verhältniss der beiden Tage oder ihrer Zeiten ist mit Worten nicht leicht deutlich anzugeben, indem sie sich reciproque mit Zahlen ausdrücken. Sagen wir z. B.: „der mittlere Tag ist grösser als der Sterntag um den in Zeit verwandelten Tagbogen der Erde,“ so kann man noch immer fragen, in welche der beiden Zeiten der Bogen zu verwandeln ist? In Sternzeit ist er 236″5554 und in mittlerer Zeit 235″9097; welche von diesen beiden Zahlen

ist nun zu den 24 Stunden der Sternzeit zu addiren? Um sich — bei den bewandten Umständen — richtig auszusprechen, deutlich auszudrücken, muss man unklar werden, man muss z. B. sagen, „Der Sterntag vergrössert um den in Sternzeit verwandelten Tagbogen der Erde, welchen sie nach der tropischen Umlaufszeit während eines mittleren Tages beschreibt, ist der mittlere Tag. Wir sehen, nicht ohne Ueberraschung, dass um den mittleren Tag mit anderen Zeiten bezeichnen zu wollen, man schon des mittleren Tages selbst benöthigt. In Zahlen ausgedrückt stellt sich das Gesagte folgends:

$24^h + 3'\,56''5554$ Sternzeit ist = 24 Stunden mittlerer Zeit. Viel einfacher wird man sich demnach verständlich machen, wenn man sich an die Bogen hält, indem diese sich wie die Zeiten verhalten. Werden nämlich in einem Sterntag 360^0 beschrieben, so entfällt für den mittleren Tag der um den Tagbogen der Erde vergrösserte Kreis. etc.

Auf ähnliche Art könnte man den Sterntag definiren und sagen, „er ist die mittlere Zeit oder Tag, vermindert um den in mittlere Zeit verwandelten Tagbogen der Erde.“ mit Zahlen ausgedrückt ist dies: $24^h - 3'\,55''9093 = 23^h\,56'\,4''0907$.

Was für die Erde gilt, muss auch für die übrigen Planeten gelten: ihre Tagesdauer, ihr mittlerer Tag ist die Dauer ihrer Rotation; ist diese nebst ihrer Umlaufszeit bekannt, so ergibt sich hieraus ihre Sternzeit.

Welche ist z. B. die Sternzeit auf Mercur?

Sein mittlerer Tag, seine Rotationsdauer ist $24^h\,5$ in irdischer mittlerer Zeit, folglich ist die Dauer seiner Revolution mit 87·66378 Mercurstagen ausgedrückt; ohne Rücksicht auf die Präcession ist sein Tagbogen $14783''8 = 4^0\,1066$. Nennt man den Tag 24 Stunden und behält so das Verhältniss zwischen Zeit und Bogen wie 1 zu 15. so ist die Acceleration der Sterne auf Mercur = 985″58 oder 16′25″58. Es sind somit 24 Stunden mittlerer Zeit gleich $24^h\,16'\,25''58$ Sternzeit.

[18.] Die combinirte, gleichzeitige Doppelbewegung der Erde, enthält die wichtigste Lehre für die astronomische Theorie.

Aus der anerkannten Thatsache, dass die Rotationsbewegung eine gleichförmige ist, folgt unmittelbar, dass auch die Translationsbewegung gleichförmig sein müsse. Die Erkenntniss der einen Thatsache bedingt jene der andern. Ist eine dieser Bewegungen variabel, so ist es die andere gleichfalls: der innige Zusammenhang beider bedingt diese Nothwendigkeit; indem jede Veränderung der einen die Veränderung der anderen unausweichlich nach sich zieht. Die kleinste Veränderung aber in der Bewegung der Erde ist augenblicklich von den Sternen angezeigt.

Wir haben gesehen, dass das Verhältniss der Winkelgeschwindigkeit zwischen Rotation und Translation wie 365·24222 zu 1 ist; das Verhältniss aber ihrer Linear- oder Raumgeschwindigkeit, — nach der gegenwärtigen Evaluation — sich beinahe wie 1 zu 76 ergibt. Während nun die Erdsphäre durch ihre Rotation z. B. in einer Stunde 15° sich von den Sternen abwendet, wendet sie sich zugleich durch die Translation um einen Winkel von 147″84 ab; während dieser Stunde Zeit aber hat sie in ihrer Bahn den Weg von 27655 Meilen zurückgelegt; geht nun in der Winkelgeschwindigkeit der Translation die geringste Veränderung vor, so ändern sich Zeiten und Bogen zugleich, welche sich auf die scheinbare Bewegung der Sterne beziehen.

Jene veränderliche Geschwindigkeit der Sonne in der Ecliptik, welche man theils durch Beobachtung, theils durch Rechnung gefunden hat, ist nach der Theorie von der elliptischen Bewegung angegeben, und hat mit den Variationen des Mittags, welche aus den Beobachtungen hervorgehen, nichts gemein. Nach den Büchern erreicht diese Sonnengeschwindigkeit ihr Maximum mit Ende oder Anfang des Jahres, ihr Minimum in der Mitte desselben.

Diese sind zu jenen Epochen in 24 Stunden 1° 1′ 10″1 und 57′ 11″8; ihre Differenz ist = 3′58″3. Der Tagbogen der Erde ist somit um + 2′10″ und — 1′56″5 von den beiden Extremen unterschieden. Würde nun die Erde in ihrer Translation eine veränderliche Geschwindigkeit gleich jener der Sonne haben, so müsste sich die Acceleration der Sterne, oder die Zeit ihres Meridiandurchganges täglich ändern, genau in den Grenzen von + 8″01 und — 7″8 in Zeit; mit anderen Worten, die Rectascension der Sterne würde sich das ganze Jahr hindurch genau nach den angegebenen Zahlen täglich ändern, sie müssten alle im Winter um 8″01 früher, im Sommer um 7″8 später in den Meridian kommen. Diese Unterschiede sind zu bedeutend, als dass sie der Beobachtung entgehen könnten. Noch bedeutender und vielfältiger würden diese veränderlichen Culminationszeiten sein, wenn die Erdbewegung nach den Variationen des Mittags statt hätte. Nachdem die Beobachtungen von diesen Veränderungen nichts wissen, so können wir sagen, dass die variablen Geschwindigkeiten der Erde in ihrer supponirten Ecliptikellipse, so wie die Theorie des Perihels und Aphels, Früchte der Vollblut-Imagination sind.

Aus der gleichförmigen Bewegung der Erde folgt aber auch, dass dieser Planet nicht perturbirt wird, somit weder die Sonne noch der Mond, noch die anderen Planeten und Himmelskörper auf ihre Bewegung störend einwirken; woraus man wieder schliessen kann, dass die Perturbations-Theorie eine Täuschung des Urtheils ist.

Es gibt kaum ein Phänomen, welches sich so deutlich beurkundet, als die gleichförmige Bewegung der Erde, und es berechtigt uns zu der Ansicht, dass die allgemeine Bewegung im Weltall mit derselben bewundernswerthen Genauigkeit und Gleichförmigkeit vorgeht. Wenn man nun aus Phänomenen, welche man nicht versteht und zu verstehen auch nicht strebt, Schlüsse zieht auf Unordnung, Unregelmässigkeit, Anomalie, Störung etc., so ist man selbst schuld, wenn man aus dem selbst gemachten Chaos nicht herauskann, und um sich die Unordnungen zu erklären, auf Mittel bedacht sein muss, um diese Unordnung — hervorzubringen.

Man liest in Arago (IV. p. 103) „Die Theorie hat bewiesen, „dass die scheinbare mittlere Bewegung der Sonne, so wie aller „Planeten constant ist: die Dauer des Sonnentages könnte somit „nur durch eine Veränderung in der Rotationsgeschwindigkeit der „Erde sich ändern.“ Die zwei Worte „Beständig und Unveränderlich“ schliessen das Wort „mittlere“ aus, denn es gibt weder eine „mittlere Beständigkeit“ noch eine „mittlere Unveränderlichkeit.“ Es ist aber dieselbe Theorie, welche die Veränderlichkeit und Unveränderlichkeit zugleich aufstellt und mit Schärfe beweist. Wir haben gesehen wie die Variationen des Mittags die Sonnentage verlängern und verkürzen, woraus dann folgt, dass die Theorie nicht wissen kann, welche Bewegung der Erde constant und welche variabel ist?

Den permanenten Störungen und Ungleichheiten etc. hat die Theorie die seculären Variationen hinzugefügt, um die regelmässige Unorndung mit einer periodisch wiederkehrenden auszuschmücken. Allen hieher gehörigen Ideen und Theorien mangelt die — Mannbarkeit.

[19.] Um sich zu erklären, um sich eine bildliche Vorstellung zu machen, wie und warum die Erde einen jährlichen Kreis in Bezug auf den Sternenhimmel, nicht aber in Bezug auf die Sonne beschreibt? muss man über einige Fundamentalbegriffe mit sich im Reinen, über einige Thatsachen im Klaren sein.

Vor allem ist die Thatsache zu erkennen, dass während ihrer Revolution die Erde sich von den Sternen, nicht aber von der Sonne abwendet; dann ist die Nothwendigkeit einzusehen, nach welcher jeder Körper sich einmal umdreht, während er eine geschlossene Curve oder Figur, oder überhaupt eine Curve von 360^0 beschreibt.

Stellen wir uns vor, dass die Erde einen Jahreskreis beschreibt. Die Projection ihrer Revolutivcurve ist in der That ein Kreis, wenn auch kein geschlossener; die Sonne nehme wirklich oder scheinbar den Mittelpunct des Kreises ein, gleichviel; bemerken wir einen Punct an der Erdoberfläche, welchen wir das Jahr hindurch im

Digitized by Google

Auge behalten wollen; ein solcher Punct kann der Meridian eines Beobachters, oder noch besser, der Durchschnittspunct des Kreuzfadens im Ocular seines Mittagsrohres sein.

Wir wissen, dass die Erde in ihrer Bahn täglich beinahe einen Grad vorwärts geht; der Punct (Meridian) wendet sich demnach von einem Vergleichsstern täglich um diesen Bogen oder Winkel ab; nach drei Monaten ist der Winkel auf 90^0 und in sechs Monaten auf 180^0 angewachsen; in diesem letzteren Moment kehrt die Erde ihre andere Hemisphäre dem Sterne zu und der Meridian hat eine halbe Umdrehung gemacht; nach Verlauf des Jahres kehrt der Punct abermals zum Sterne — nahe — zurück und hat sich einmal umgedreht, während dieser Zeit hat die Erde immer dieselbe ihrer Seiten der Sonne zugekehrt.

Stellen wir uns noch vor, dass dieser Punct der Erdoberfläche beständig in der Bahnlinie bleibt, und fügen wir der Translationsbewegung die Rotation hinzu. Vorausgesetzt, dass der Anfang des Jahres mit dem Anfang des Tages zusammenfällt, oder was dasselbe ist, dass der Punct sowohl die Revolution als auch die Rotation zugleich beginnt, so ist es klar, dass der Tagbogen der Erde die Rotationsdauer angibt, dass nämlich die Axendrehung an jener Stelle der Bahn vollbracht ist, an welcher der Punct nach einem Tage angelangt ist. Das Erdsphäroid wendet sich somit nach jeder vollbrachten Rotation um $59' 8'' 33$ in seiner Bahn, und hat nach $365{\cdot}24222$ vollendeten Axendrehungen 360^0 beschrieben, sich einmal umgewendet.

Diese ist jene mathematische Genauigkeit, welche als eine unabänderliche Naturnothwendigkeit sich darstellt; so viele Grade, Minuten oder Secunden die Sphäre in ihrem Kreise vorwärts schreitet, um so viele Grade, Minuten oder Secunden hat sie sich gewendet (gedreht), mit der vollbrachten Kreisbeschreibung hat sie sich einmal umgekehrt, umgewendet, umgedreht — oder wie man nun diese Bewegung immer nennen will.

So wie die Erde nebst ihren $365{\cdot}24222$ Rotationen während des Jahres sich noch einmal umdreht, so dreht sich Mercur nebst seinen 87 Rotationen noch einmal um, und seine Umlaufszeit besteht aus 88 Sterntagen. Eben so macht Saturn nebst seinen $24592{\cdot}5$ Axendrehungen während seiner siderischen Umlaufszeit noch eine Umdrehung mehr etc.

Aus der graduellen Abwendung des Erdpunctes von dem Stern geht deutlich hervor, warum dieser Stern früher als die Sonne in den Meridian tritt. Dieses „Früher“ ist genau dem in Zeit verwandelten Bogen gleich, welchen die Erde (täglich) beschreibt, um auf irgend eine Stelle ihrer Revolutivcurve zu gelangen. Ist die Erde 30, 60, 90 — 180 Grade durchgelaufen, so kommt

Digitized by Google

der Stern um 2, 4, 6 — 12 Stunden früher als die Sonne in den Meridian. Was von Graden gilt, gilt auch von Minuten und Secunden.

Das Wesen dieses Phänomens ist die Einfachheit selbst. Nachdem die Erde in ihrer Bahn sich fortbewegt, so muss wohl auch der Meridian, der Rotationspunct sich mit ihr fortbewegen, er versetzt sich demnach in der Bahn genau so wie die Erdsphäre sich versetzt. Fängt die Rotation bei dem Nullpuncte der Bahn an, so hört sie mit 59′ 8″ 33 der Erdstellung auf, und so jeden folgenden Tag um diesen Bogen weiter und weiter, bis er nach vollbrachter Revolution nahe in dieselbe Stellung auch in Bezug auf den Stern kommt.

[20.] Welche die Dauer einer Axendrehung der Erde sei, darum haben sich die Atronomen nie viel bekümmert, einige Minuten mehr oder weniger, das war ihnen gleichgiltig; sie haben ja ihre zwei Zeiten und deren Uhren, sie haben ihre Zeiteinheit, welche für die Theorie der Sterntag, für die Praxis der mittlere Sonnentag ist.

Wodurch ist die Theorie zu dem Schlusse gelangt, dass die Rotationsdauer der Sterntag ist?

Das Zeitintervall zwischen den auf einander folgenden Meridiandurchgängen der Sterne ist constant, jenes der Sonne variabel. Da die Rotationsbewegung eine gleichförmige ist, so folgt, dass ihre Dauer der Sterntag sein müsse. Dies ist der Schluss.

Aus den Sternbeobachtungen geht der Beweis hervor, dass dieses Intervall der Sternculminationen nicht constant ist, und dass die Sterne eben so wie die Sonne ihren variablen Mittag haben; es geht aus den Beobachtungen somit hervor, dass die Erdbewegung von den Sternen eben so wie von der Sonne angezeigt ist. Die Differenz der Variationen ist im Verhältniss der Entfernung der Sterne und der Sonne von der Erde; für die ersteren sind die Variationen so klein, dass sie bei einer vergleichenden Betrachtung wohl vernachlässigt, nicht aber zugleich verläugnet werden können. Dieser Umstand macht uns darauf aufmerksam, dass der Satz, „die scheinbare Sonnenbewegung ist die wirkliche Erdbewegung“ in seiner Allgemeinheit lauten soll: „jede scheinbare Bewegung der Himmelskörper ist die wirkliche Bewegung der Erde.“ Der Sinn dieses allgemeinen Satzes ist fasslich; es kann keinen Weltkörper geben, selbst den entferntesten nicht, der nicht nothwendigerweise das Gepräge der Erdbewegung an sich trägt, wenn er der Erde sichtbar erscheint. So lange die Eigenbewegung eines Körpers nicht constatirt ist, bleibt seine scheinbare Bewegung die wirkliche Bewegung der Erde. Es ist begreiflich, dass die höchste Aufgabe der Astronomie darin besteht, die

scheinbare Bewegung von der wirklichen zu trennen, was definitiv nur dann möglich ist, wenn man die Erdbewegung genau kennt. Es ist somit keinem Zweifel unterworfen, dass die beiden scheinbaren Bewegungen des Sternhimmels, die tägliche und jährliche, die wirkliche Erdbewegung sind.

Ist es erwiesen, dass die Dauer des Sterntages nicht constant ist, so kann man eben so gut eine mittlere Sternzeit annehmen, als man eine mittlere Sonnenzeit aufgestellt hat. Hieraus folgt aber immer noch nicht, dass die Rotationsbewegung der Erde *keine* gleichförmige ist.

Wir stellen den Satz auf, dass ein Himmelskörper *nur* eine gleichförmige Geschwindigkeit haben kann, sei diese angular oder linear, und dass eine variable Geschwindigkeit im Weltraume etwas Widernatürliches ist. Dass aber die projicirte gleichförmige Bewegung, welche wir von der Erde aus perspectivisch sehen, uns nothwendigerweise ungleichförmig erscheinen müsse, das ist eine Thatsache, zu deren Erkenntniss nur ein in die Natur der Bewegung und unserer Vision eingehendes Studium führen kann. Bei diesem Studium kann man dann nicht mehr von Unregelmässigkeit und Ungleichheit der Bewegungen sprechen.

[21.] Dadurch, dass die Theorie ohne Ueberlegung, ohne Prüfung, im Widerspruch mit den deutlichen Phänomenen, entschied, „die Rotationsdauer sei der Sterntag," und dadurch, dass sie zweierlei Zeiten aufgestellt, hat sie wenigstens — wider ihren Willen und im Widerspruch mit sich selbst — den Beweis geliefert, dass die Revolutivperiode der Erde das tropische Jahr ist; sie hat sich aber zugleich in eine Verwirrung gestürzt, aus welcher sie nimmermehr herauskommt.

Dadurch, dass sie in mittleren Tagen rechnet, die Umlaufszeiten etc. darin ausdrückt, erkennt die Astronomie factisch, dass die Zeiteinheit der mittlere Tag und die Rotationsdauer eine Fraction derselben ist. Gibt auf diese Art die scheinbare Bewegung der Himmelssphäre trotz ihrer Regelmässigkeit die Zeiteinheit nicht, so ist diese durch die Sonnenbewegung noch weniger gegeben, indem diese täglich zu einer andern Zeit in den Meridian kommt. Hieraus folgt, dass die Astronomie kein Himmelsphänomen kennt, welches durch seine constante Dauer die Zeiteinheit angibt, und dass somit ihr mittlerer Tag eine ideale Einheit ist. Sie kann somit auch nicht wissen, ob die Sonne retardirt oder die Sterne acceleriren. Dadurch, dass sie der Sonne eine täglich zunehmende Rectascension zuschreibt, sagt sie indirect, dass die Sonne retardirt und die Sterne richtig gehen.

In 24 Stunden beschreibt die Sonne 360^0, ein Stern $360^0 + 59' 8'' 33$; zeigt dies nicht deutlich genug, dass der letztere acce-

lerirt? Hierauf sagt die Theorie: Die Sterne beschreiben in 24 Stunden 360°, die Sonne nur 360° — 58′ 58″ 64, folglich retardirt sie. Aus der Differenz der beiden additionellen Bogen von 9″ 69 folgt alsogleich, dass dieser letztere Schluss ein irriger ist.

Es lässt sich, selbst bei dem System von Copernik, graphisch nachweisen, dass, welche immer die Rotationsdauer ist, die Sterne nothwendigerweise früher als die Sonne in den Meridian kommen müssen; es lässt sich nachweisen, dass der Sterntag unausweichlich kleiner als die Rotationsdauer ist. Das Früher oder das Weniger als die Rotationsdauer ist der Bruch $r:366{\cdot}24222$, wo r die Rotationsdauer bezeichnet. Ist $r=24$, so ist die Acceleration der Sterne = 3′ 55″ 9093, ist $r = 23^h\ 56'\ 4''\ 0907$, so ist die Acceleration = 3′ 55″ 266, da die erstere Zahl den Beobachtungen entspricht, so folgt die Dauer der Rotation von selbst, welche nur 24 Stunden sein kann, nicht aber weniger. Uebrigens gibt der angezeigte Bruch auch das Verhältniss zwischen den beiden Zeiten.

Umgekehrt kann man aber auf keine Art nachweisen, dass die Sonne im Vergleich zur Rotationsdauer später als der Stern in den Meridian kommt: d. h. es ist nicht nachweisbar, dass das Zeitintervall zwischen den auf einander folgenden Sonnenculminationen im Mittel grösser als die Rotationsdauer ist.

Die sogenannte Retardation der Sonne ist die Bewegung der Erde in Translation; diese hat in $23^h\ 56'\ 4''\ 0907$ den Bogen von 58′ 58″ 64 beschrieben. Stellt die Revolutivcurve der Erde 360° vor, so durchläuft sie ihre Bahn in $366{\cdot}24222$ Rotationsperioden oder Sterntagen; verwandelt man diese in mittlere Tage, so erhält man das tropische Jahr. Das constante Verhältniss der beiden Zeiten weiset der Erde einen Tagbogen von 3548″ 33 an, dies ist in Zeit = 236″ 5554; hieraus folgt das Verhältniss der Winkelgeschwindigkeit zwischen Translation und Rotation; da nun $24^h : 236''\ 5554 = 365{\cdot}24222$, so folgt daraus: hat die Erde in Translation eine Revolution vollbracht, so hat sie sich während dieser Zeit $365{\cdot}24222$mal auf ihrer Axe umgedreht. Würde man die siderische Umlaufszeit als die wahre annehmen, so hätte man das Verhältniss der beiden Winkelgeschwindigkeiten verändert.

Sagt man, dass die scheinbaren Bewegungen der Sonne und der Sterne Folgen der Erdbewegung sind, so kann man nicht voraussetzen, dass diese verschieden ist, eine andere für die Sonne und eine andere für die Sterne; ist aber dieselbe Bewegung, welche verschiedene Effecte hervorbringt, so hat man das „Warum“ des Phänomens zu suchen.

Nach der Theorie hat die Sonne eine jährliche Bewegung im Sinne der Rotation; ist diese durch die Erdbewegung hervorge-

bracht, so muss sich die Sonne von einem Stern täglich genau so weit entfernen, als die Erde in ihrer Bahn vorgeschritten ist. Dies ist nicht der Fall; nach den genauesten Beobachtungen ist der Tagbogen der Sonne um 0″ 137 kleiner als jener der Erde. Die Theorie weiss es, dass diese Differenz das Werk der Präcession ist, ohne zu wissen, was die Präcession selbst ist; denn sie meint, dass auch der Tagbogen der Erde von ihr afficirt ist, was nicht sein kann, da die Erdrevolution sich auf die Sonne bezieht.

[22.] Aus unseren Studien muss es klar hervorgehen, dass die Rotationsdauer jene Zeit ist, während welcher die Erde ihren bekannten Tagbogen in Translation beschreibt. Setzen wir voraus, dass die Erde eine jährliche Curve *um* die Sonne beschreibt und dass die Rotationsdauer der Sterntag ist.

Während eines Sterntages versetzt sich die Erde in ihrer Curve um den Bogen von 58′ 58″ 64. Nach vollendeten 366 Rotationen wird sie demnach 360^0 — 837″ 76 durchgelaufen sein, es bleiben somit 14′ 17″ 76 übrig, welche sie in 0·24222 Tagen zu beschreiben hat. Kommt derselbe Stern mit jeder Rotation in den Meridian, so muss dieser nach jeder vollbrachten Axendrehung in dieselbe Lage „parallel zu sich selbst“ kommen. Wie bewegt sich nun die Erde in ihrer Bahn?

Abstrahiren wir von der Rotationsbewegung, so ist der Parallelismus des Meridians constant, d. h. der Stern ist das ganze Jahr hindurch beständig in dem Meridian, die Erdsphäre wendet sich von ihm nicht ab. Um dies möglich zu machen, muss die Erdkugel mit jeder Rotation zugleich eine Drehung von 58′ 58″ 64 im conträren Sinne der Rotation machen, sich somit einmal des Jahres auf ihrer Axe in dieser Richtung umdrehen. Diese ist die Erdbewegung, welche ihr die Theorie angewiesen hat; sie sagt nämlich, „dass in der einen Hälfte der Bahn die Erde rücklings geht, und dass diese Bewegung mit den Gesetzen der Mechanik ganz übereinstimmt.“ Zeigt die Erdsphäre dem Sterne stets dieselbe Seite, wendet sie sich von ihm nicht weg, so muss sie natürlich der Sonne, dem Mittelpuncte ihrer Curve, mit jedem Augenblicke einen anderen Punct ihrer Oberfläche zukehren, sich somit täglich um den bekannten Bogen abwenden, und so während des Jahres ihre ganze Oberfläche der Sonne gezeigt haben.

Es scheint nicht die Absicht der Theorie gewesen zu sein, mit diesem Rücklingsgehen den Satz aufstellen zu wollen; dass sich die Erde während des Jahres auf ihrer Axe 366·24222mal „direct“ und einmal „retrograd“ umdreht, denn dadurch hätte sie den Beweis geliefert, dass die Erde effectiv 365·2422, also eben so viele Rotationen vollbringt als Tage im Jahre sind.

Wie hängt aber alles dieses zusammen? Es ist nicht wahrscheinlich, dass die Rotation von West nach Ost und conträr von Ost nach West zugleich vorgeht, durch die Beobachtung ist eine solche Bewegung nicht wahrnehmbar. So viel aber ist gewiss, dass, wenn die Rotation in einem Sterntage 360^0 vorwärts und 58′ 58″ 64 rückwärts geht, nur 359^0 1′ 1″ 36 effectiv beschrieben sind, woraus dann klar erscheint, dass während eines Sterntages die Rotation nicht vollbracht, und so während 366 Sterntage eine ganze Axendrehung verloren gegangen ist.

Durch diesen Umstand ist jedoch die Unabhängigkeit der Mechanik von der Natur gar nicht gefährdet, sie kann ihre Gesetze ungehindert machen, ja sie kann — wenn sie dies für zweckmässig erachtet — gegen die Natur Coercitivmassregeln ergreifen. Geht aber die Erde trotz den Gesetzen der Mechanik nicht rücklings, so ergeben sich andere Resultate.

Hätte die Theorie näher geprüft, wie sich eine Kugel oder überhaupt ein Körper im Kreise bewegt, in welche Stellungen er während seiner Circulation kommen muss, so hätte sie sich davon überzeugt, dass, indem die Erde in ihrer Bahn vorrückt, sie sich nothwendigerweise von den Sternen graduell abwenden, stets aber in der Gegenwart der Sonne bleiben müsse. Diese stufenweise Wegwendung hat aber zur unabänderlichen Folge, dass die Sterne mit einer jeden vollbrachten Axendrehung früher in den Meridian kommen müssen; die Sonne hingegen ihre Culminationszeit in den bekannten Grenzen constant erhält.

Geht demnach die Erde nicht rücklings und die Rotationsdauer ist der Sterntag, so kommen die Sterne nach jeder Rotation um 3′ 55″ 266 früher als gegenwärtig, also während des Jahres 367mal in den Meridian, die Sonne um einmal weniger. Ist die Rotationsdauer der mittlere Tag, so ist der Tagbogen der Erde 3548″33 und die Sterne kommen um 3′ 55″ 9093 früher als die Sonne in den Meridian, welche unter allen Verhältnissen nach Vollendung einer Axendrehung in den Stundenkreis gelangt. In diesem Falle macht die Himmelssphäre während des Jahres 366·24222, die Sonne 365·24222 Umdrehungen; indem dies in der That stattfindet, so kann wohl kein Zweifel übrig bleiben, dass die Rotationsdauer jene des mittleren Tages ist.

[23.] Wir haben diesen höchst wichtigen Gegenstand — welchen die Theorie gänzlich vernachlässigt hat — umständlich genug behandelt, um dem Leser klar darzulegen, dass die irdische Zeiteinheit die Rotationsdauer, der Sonnentag ist. Hat der Leser unsere Betrachtungen mit Aufmerksamkeit verfolgt, so kann er selbst prüfen, ob über diese Frage die heutige Theorie mit sich im Klaren ist oder nicht.

Zu diesem Zwecke wollen wir einen Autor citiren, dessen populäre Astronomie in Deutschland ziemlich verbreitet ist und vermuthlich auch gelesen wird.

Dr. J. H. Mädler sagt (pag. 56, Fig. 17): „Eine Folge der „beiden Bewegungen der Erde ist auch der Unterschied zwischen „Sonnentag und Sterntag. Sei die Sonne in S, und TT' der Theil „der Erdbahn, den die Erde in einem Tage durchlauft. Steht sie „in T, so ist a ein Punct des Erdumfanges, der die Sonne im Mittag „hat. Wenn er während des Fortrückens der Erde wieder in die „der vorigen parallele Lage $T'a'$ gekommen ist, so hat die Erde „eine Umdrehung um ihre Axe vollendet, alle ihre Theile haben „wieder dieselbe Lage gegen den Himmel wie in T, und alle Ge„stirne, die so weit abstehen, dass der Bogen TT' für sie unmerk„lich ist (also namentlich alle Fixsterne) werden wieder nach der„selben Richtung wie von T aus gesehen; es ist also ein Sterntag „verflossen. Allein die von der Erdbahn umschlossene Sonne wird „von a' aus nicht im Meridian gesehen, der Punct muss vielmehr „ausser der bereits vollendeten Rotation noch einen Bogen $a'b'$ „zurücklegen. Der Sonnentag (die Zeit von einem Meridiandurch„gange zum anderen) ist also *länger* als der Sterntag, und zwar „um die Zeit, in welcher der Bogen $a'b'$ von der rotirenden Erde „zurückgelegt wird. Diese Zeit sei z, die wahre Umdrehungszeit „der Erde r, so ist r zugleich die Länge des Sterntages, $r + z$ aber „die des Sonnentages. Theilt man letztere in 24 Stunden, so kom„men auf erstere nur $23^h\ 56'\ 4''\ 09$, wird dagegen der Sterntag in „24 Stunden getheilt, so hat der Sonnentag $24^h\ 3'\ 56''\ 56$ etc.

Aus dieser Darstellung ist ersichtlich, dass die Erde während der Zeit, als sie in ihrer Bahn von T nach T' vorgerückt ist, also ihren bekannten Tagbogen von $59'\ 8''\ 33$ beschrieben hat, zugleich eine ihrer Axendrehungen vollendete. Hieraus folgt aber alsogleich, dass die Dauer der Rotation der mittlere Tag ist; denn die Erde beschreibt jenen Bogen während eines Sonnentages. Kommt nun der Meridian nach einer vollbrachten Rotation in dieselbe parallele Lage und der Stern culminirt, so ist die Sternzeit = 24 Stunden mittlerer Zeit, und die Sonne kommt $3'\ 56''\ 55$ später in den Meridian, d. h. die Zeit zwischen zwei Culminationen der Sonne ist $24^h + 3'\ 56''\ 55$ in mittlerer Zeit, woraus eine dritte Zeiteinheit entsteht, welche grösser ist als der Sonnentag, der sich auf diese Art selbst übertrifft.

Kommt der Meridian nach jeder Rotation in eine zu sich selbst parallele Lage, kommen alle Theile der Erde in dieselbe Lage gegen den Himmel, so kann dies nur durch jene Erdbewegung hervorgebracht sein, welche man das Rücklingsgehen genannt hat; wir wissen aber, dass dieser Gang identisch ist mit der Retrogra-

dation der Axendrehung; der Rotationspunct (Meridian) muss sich demnach, während er 360⁰ direct beschreibt, um den Winkel von 59′ 8″ 33 retrograd versetzen, wodurch während des Jahres eine Rotation supprimirt wird.

Diese Suppression einer Axendrehung ist aber gleich der Suppression der Translationsbewegung, die Suppression der Revolutivcurve der Erde. Ist diese nämlich nach jeder Rotation in derselben Lage gegen den Himmel, so kehrt sie diesem sowie allen Sternen immer dieselbe Seite zu, und das grosse Phänomen der jährlichen Umdrehung des Sternhimmels ist supprimirt.

Dass es der Theorie nicht gelungen ist, dieses Phänomen wirklich zu supprimiren, das scheint der gelehrte Autor selbst zu gestehen, denn auf der nächstfolgenden Seite seines Werkes liest man:

„Es sind nur diejenigen Sterne sichtbar, denen die Nacht-„seite der Erde zugewendet ist etc. Die Nachtseite der Erde aber „ist im Laufe eines Jahres nach und nach *allen* Richtungen zuge-„wendet“ etc.

Es ist eine ganz gewöhnliche Erscheinung, dass ein Blatt seinem Vorgänger widerspricht, aber der gelehrte Autor liefert hier den Beweis, dass nach einer vollbrachten Rotation die Erde *nicht* in dieselbe Lage gegen den Himmel kommt, dass der Meridian *nicht* parallel zu sich selbst wird, sondern dass beide während des Jahres in *alle Richtungen* kommen, ihre Lage gegen den Himmel täglich ändern.

Ferner heisst es: „Der Sterntag, also die Zeit von der Cul-„mination irgend eines Fixsternes bis zur nächstfolgenden ist etwa „4′ *kürzer* als der Sonnentag, d. h. als die Zeit von Mitternacht zu „Mitternacht; daher culminiren die Sterne jeden folgenden Tag „um 4′ früher und kommen nach und nach alle zum Vorscheine etc. „Der Cyklus ist vollständig genau während der Periode eines „Jahres.“

Der gelehrte Autor führt somit den klaren Beweis, dass die Erde eine Translationsbewegung hat und in einem Jahre den Himmelskreis von 360⁰ beschreibt, dass die Erde sich täglich zu einem anderen Stern oder einer anderen Himmelsgegend richtet, und dass diese Abwendung in Zeit 4′ also in Bogen bei einen Grad beträgt; der gelehrte Autor beweist unumstösslich, dass die Sternzeit *kürzer* als die Sonnenzeit ist, und dass die Sterne *früher* als die Sonne in den Meridian kommen, dass endlich diese Sternzeit oder vielmehr die Differenz zwischen dem Sonnen- und dem Sterntage einzig und allein durch die Translation der Erde hervorgebracht ist, folglich mit der Rotationsdauer nichts gemein hat, indem alle Sterne auch dann noch, wenn die Erde keine Rotation

Digitized by

hätte, nach und nach in den Meridian kommen, und von diesem sich täglich beiläufig um einen Grad mehr und mehr entfernen.

Die Erde beschreibt somit das Jahr hindurch einen grossen Himmelskreis von 360°; während einer Axendrehung beschreibt ein Punct der Erdoberfläche denselben grossen Himmelskreis von 360°; alle Kreise, grosse und kleine, sind gleich 24 Stunden, woraus folgt, dass die Rotationsdauer eben so wie die Revolutionsdauer durch 24 Stunden repräsentirt ist. Die beiden Umdrehungen bringen auf den Sternenhimmel denselben Effect hervor, sie haben dessen scheinbare einmalige Umdrehung verursacht; man kann somit eine Axendrehung der jährlichen Umwälzung der Erde gleich setzen, denn man muss erkennen, dass, wenn der hervorgebrachte Effect beider Bewegungen derselbe ist, so müssen diese Bewegungen auch auf dieselbe Art vorgehen. Wendet sich die Erde in Translation von den Sternen graduell ab, so muss auch der Rotationspunct sich genau so von ihnen abwenden, der Unterschied liegt in der Zeit allein.

Wir sehen somit deutlich, dass es derselbe Punct der Erdoberfläche ist, der sich in einem Jahre täglich um 59′ 8″ 33 vom Sternenhimmel abwendet, der während einer Rotationsdauer den Kreis von 360° beschreibt; das Verhältniss der Winkelbewegung ist somit wie 1 zu 365·24222, was deutlich zeigt, dass die Rotationsdauer der Sonnentag ist. Dieser Punct hat somit während des Jahres 365·24222 Umdrehungen an Rotation gemacht und eben so viele Umwälzungen der Himmelssphäre hervorgebracht; an Translation hat er täglich 59′ 8″ 33, folglich während des Jahres 360° beschrieben, daher dem Himmel noch eine Umwälzung abgedrungen, dies macht 366·24222 Himmelskreise im Jahre.

Da nun Rotation und Translation vermengt sind und der Sternenhimmel sich ununterbrochen wälzt, so kann man sagen, dass die Erde während einer Rotationsdauer am Himmel einen ganzen Kreis und darüber noch einen Bogen von 59′ 8″ 33 beschreibt, wodurch erkenntlich wird, dass der Rotationspunct sich genau so bewegt hat, als würde die Erde um eine Rotation mehr machen als Tage im Jahre sind.

Diese Bewegung der Sphäre in einer Curve ist wohl die natürliche, sie konnte die Veranlassung zu der Meinung sein, dass der Mond während seiner Revolution sich einmal auf seiner Axe dreht und folglich mit einer Rotation versehen ist.

[24.] Nach dem Diagramm des citirten gelehrten Autors kommt ein Stern während des Jahres 365mal, die Sonne nur 364mal in den Meridian, was den Phänomenen widerspricht. Die Zeit zwischen zwei Culminationen des Sternes ist 24 Stunden, und jene der Sonne um 3′ 56″555 grösser in Sternzeit. hier aber

nach dem Diagramm ist diese Zeit nicht Sternzeit, sondern mittlere Zeit. Alle diese Dinge deuten nur auf die Confusion hin.

Wie könnte nun ein gelehrter Astronom diesem kleinen Fehler auf eine leichte Art abhelfen, ihn verbessern und zugleich seine Ansicht über Parallelismus, über die nämliche Stellung der Erde gegen den Himmel siegreich behauptend, seine Darstellung mit den beobachteten Phänomenen in Einklang bringen? Er dürfte nur sagen: „Während die Erde in ihrer Bahn einen dem *Sterntag* entsprechenden Bogen beschreibt, ist eine Rotation vollendet und der Meridian kommt in seine parallele Stellung. Auf diese Art kommt der Stern nach jeder vollbrachten Rotation in den Meridian, die Sonne um die bewusste Differenz täglich *später*. Das Jahr besteht aus 366·24222 Sterntagen oder aus eben so vielen Rotationen; der Sternhimmel hat 366·2422 Kreise, die Sonne um einen weniger beschrieben, so wie dies aus den Beobachtungen hervorgeht; Alles ist somit klar und deutlich bis auf eine Kleinigkeit; während die Erde in ihrer Bahn an Translation den Bogen von 58′ 58″64 *vorwärts* macht, macht sie durch die Rotation denselben Bogen *rückwärts*; die 366·2422 Umdrehungen des Himmels sind insgesammt durch die Rotation allein hervorgebracht; die Erde selbst beschreibt keinen grossen Himmelskreis, sie circulirt nicht, ihre Translation geht in einer geraden Linie vor.“ Dies ist das Resultat des Parallelismus und des Rücklingsgehens.

Wird die Theorie einstens zu der Kenntniss gelangen, wie eine Sphäre sich in einer Curve bewegt, so wird man in den Büchern lesen:

„Während ihrer Revolution wendet sich die Erde von den Sternen graduell ab und zeigt dem Himmel nach und nach alle ihre Seiten; von der Sonne aber wendet sie sich nicht ab, sie zeigt dieser stets dieselbe Seite. Hieraus folgt, dass eine Rotation vollendet ist, wenn der Meridian gegen die Sonne in dieselbe Lage wiederkehrt: da dies im Jahre 365mal der Fall ist, so gibt es eben so viele Rotationen als Tage, d. h. die Rotationsdauer ist der Sonnentag. Durch die Translation beschreibt die Erde täglich den Bogen von 59′ 8″33, der in Zeit verwandelt = 3′ 56″555 ist, woraus folgt, dass die Sterne um diese Zeit täglich früher als die Sonne in den Meridian treten und daher der Sternenhimmel während des Jahres noch eine Umdrehung macht. Stellt man nach diesen Phänomenen einen mittleren Sonnentag und einen Sterntag auf, so ist der erstere *nicht* gleich der Rotationsdauer + 3′ 56″555, sondern der Sterntag ist gleich der Axendrehungszeit — 3′ 56″555.“

Wir waren umständlich und doch vielleicht nicht umständlich genug, um der Theorie begreiflich zu machen, dass, um die Himmelsphänomene correct zu erklären, es nicht hinlänglich ist, sie

Digitized by Google

mit ein paar Worten abzuthun und mit $a + b$ zu beweisen, sondern dass, will man sie nämlich verstehen, diese Phänomene nebst einem ernsten Studium die reifliche Ueberlegung fordern, also insbesondere den Gedanken in Anspruch nehmen.

DES MONDES ROTATION UND REVOLUTION.

[25.] Während er seine Revolutivcurve — um die Erde — beschreibt, dreht sich der Mond einmal auf seiner oder um seine Axe, auf seinem oder um sein Centrum, um sich oder über sich selbst, je nach der Wahl des Autors, folglich ist er mit einer Rotation versehen. So steht es in den Büchern, so wird es gelehrt.

Die Alten haben gesagt, würde der Mond auf einer eisernen Stange befestigt um den Mittelpunct der Erde geführt werden, so würde er genau dasselbe thun, alle jene Phänomene zeigen, welche sich auf seine Bewegung beziehen. Sie sagten, dass ein circulirender Körper, frei oder gebunden, während seiner Circulation nothwendigerweise sich auch drehen muss; dass ein regungslos gemachter Körper, im Kreise geführt, keine Rotationsaxe hat; und wo keine freie Axe ist, da ist auch keine Rotation. Die Alten sagten somit rund heraus, dass der Mond keine Axendrehung hat. Die einfache Argumentation der Alten wollen die Neuen nicht zugeben, sie möchten die „mathematische" Genauigkeit, mit welcher Translation und Rotation des Mondes übereinstimmend vorgeht, ausserordentlichen Dingen zuschreiben und selbe durch die Analyse beweisen.

Wir haben bemerkt, dass für dieses einmalige Umdrehen die Sprache kein richtig bezeichnendes Wort, die Wissenschaft keinen eigenen technischen Ausdruck gefunden hat; wir haben auch gesehen, dass während seiner Revolution ein Weltkörper sich auf diese Art umdrehen muss, ob er eine Rotation hat oder nicht, denn das Beschreiben eines „grossen Himmelskreises" ist nur durch Abwendung von den Sternen möglich; wenn man nun diese natürlich erzwungene Lageänderung einer Sphäre Rotation nennt, so muss man die Axendrehung anders nennen. Hätte die Erde z. B. nicht mehr als diese einmalige Umdrehung während des Jahres, so würden ihre Bewohner schwerlich auf die Idee gekommen sein, dass sie eine Rotation hat, denn es ist ersichtlich, dass das Beschreiben eines Kreises denselben Effect auf den Himmel hervorbringt, ob der Punct durch die Rotation oder durch die Translation einmal im Kreise sich dreht.

Auf die Rotation des Mondes hat man — in neuerer Zeit — auch aus dem Umstande geschlossen, dass dieser Satellit seinem

Planeten beständig dieselbe Seite zukehrt, und man beweiset durch eine scharfsinnige Argumentation, dass dies natürlich so sein müsse! Was hätte man aber daraus geschlossen, wenn der Mond während seiner Revolution stufenweise seine ganze Sphäre der Erde zuwenden würde? Eben dasselbe, was man bezüglich der Rotation der Sonne geschlossen hat, weil sie während 27 Tage graduell ihre ganze Sphäre der Erde zukehrt. Es scheint somit klar zu sein, dass der Mond sich einmal umdrehen muss während seiner Revolutivperiode, ob er sich nun von der Erde abwendet oder ihr stets zugewendet bleibt.

[26.] Es ist allgemein angenommen, dass der Mond immer dieselbe Hemisphäre der Erde zeigt, folglich jene während seiner Revolution von ihr nicht abwendet, hingegen aber der Sonne seine ganze Sphäre graduell zukehrt und so an allen seinen Seiten beleuchtet wird. Wir bemerken, dass diese Frage insolange unentschieden bleibt, als die Lage des Mondes in Bezug auf die Sonne und die Erde, als die Grösse und Figur seiner Bahn unbekannt bleiben. Ein genaues Studium über die Mondesstellung könnte zu dem Resultate führen, dass der Mond sich weder von der Sonne noch von der Erde abwendet.

Es wird vorausgesetzt, dass jene Seite des Mondes, welche er während seiner Conjuction (mit der Sonne) der Erde zukehrt und welche in dieser Stellung unsichtbar, d. h. nicht beleuchtet ist, sich von der Sonne nach und nach ab- und dann wieder zuwendet, um so stufenweise beleuchtet zu werden. Also die während der Conjunction unsichtbare Hemisphäre des Mondes bleibt stets der Erde zugekehrt und wird graduell durch die Beleuchtung sichtbar gemacht. Man kann somit — strenge genommen — nichts Anderes sagen, als dass wir vom Monde nur seinen beleuchteten Theil sehen, den unbeleuchteten aber nicht, folglich auch nicht sagen können, wie er aussieht. Die Bilder, welche in Folge der Anschauung gemacht werden, zeigen in der That dieselbe Configuration der Mondesscheibe.

Nehmen wir nun an, dass der Mond jene seine Hemisphäre uns zuwendet, und zwar nach und nach graduell zuwendet, welche während seiner Conjunction beleuchtet, also von der Erde weggekehrt ist, so folgt daraus, dass er nach und nach alle seine Theile der Erde zukehrt, sich aber von der Sonne nicht abwendet. Nach dieser Voraussetzung ist stets dieselbe Hemisphäre beleuchtet und das Phänomen bleibt unverändert, wir sehen die beleuchtete Seite. Aus dieser Bemerkung ist es ersichtlich dass, wenn ein Phänomen auf zweierlei — entgegengesetzte — Arten sich erklären lässt, so muss man seiner Sache gewiss sein, um sich für die eine oder die andere definitiv zu entscheiden.

Digitized by Google

Die Beleuchtung des Mondes, durch seine Phasen erkenntlich und verfolgbar gemacht, ist in enger Verbindung mit seiner einmaligen Umdrehung, und zeichnet sich durch dieselbe „mathematische“ Genauigkeit aus; so viele Grade, Minuten oder Secunden der Mond in seiner Bahn sich wendet, eben so viel ist er vorgeschritten, eben so viel ist von seiner Scheibe beleuchtet. Ist der Mond 90^0 von der Sonne abstehend, so ist er in seiner Quadratur und hat sich im ersten Viertel ein viertelmal und im letzten dreiviertelmal umgewendet: kommt er in Opposition also 180^0 von der Sonne, so ist Vollmond und die ganze Scheibe beleuchtet; die Sphäre hat eine halbe Umdrehung gemacht, die Hälfte ihrer Revolution vollendet.

Dass der Cyklus der Phasen, so wie die Periode der Revolution und der einmaligen Umdrehung das Beschreiben von 360 Graden bedingen, ist an sich klar; die Theorie widerspricht auch dieser Thatsache „direct“ nicht.

Es ist rationell sich vorzustellen, dass die Sphären in ihren Bahnen sich auf gleiche Art bewegen. Geht die Erde rücklings, so geht auch der Mond rücklings, und in der That findet man in den Büchern diese Vorstellung ausgedrückt: so z. B. hat Dr. J. H. Mädler in seinem bereits citirten Werke (p. 158, 159, fig. 45) dem Mond eine Bewegung nach demselben Modell zugewiesen, welche er für die Erde bestimmt hat. Der Mond bleibt nach einer vollbrachten Revolution parallel mit dem Stern, in einer veränderten Richtung gegen die Sonne etc. Bewegt sich aber der Mond rücklings, so zeigt er der Erde während seiner Umlaufsperiode alle seine Seiten: ist somit durch andere Betrachtungen der Beweis geliefert, dass der Mond in der That stets dieselbe Scheibe der Erde zukehrt, so hat man zugleich bewiesen, dass der Mond nicht rücklings geht, folglich auch die Erde nicht.

[27.] Mit Umlaufszeiten ist der Mond reichlich ausgestattet, er hat deren nicht weniger als fünf Gattungen.

1. Seine siderische Umlaufszeit ist $27^1/_3$ Tage. Während dieser Zeit kehrt er zu demselben Stern zurück, von welchem er ausgegangen ist; er hat somit während dieser Zeit einen grossen Himmelskreis beschrieben.

Die Astronomen haben sich einstimmig für diese Zeit als für die *wahre* Revolutivperiode des Mondes entschieden. Es wird gesagt und gelehrt, dass diese Umlaufszeit die Mondesrevolution „um die Erde“ ist; dass der Satellit 13mal im Jahre um seinen Planeten kreiset. Diese Zeit soll zugleich die Dauer seiner Rotation sein. Die siderische Periode des Mondes ist mit der siderischen Umlaufszeit der Erde in Rapport gebracht und es wird vorausgesetzt,

Digitized by Google

dass die Mondesbewegung „um die Erde“ von der Präcession afficirt ist.

2. Die synodische Revolution von $29^1/_2$ Tagen bezieht sich auf die Sonne; während dieser Zeit kehrt der Mond zu seiner Conjunction zurück.

Da es nicht wahrscheinlich ist, dass der Mond seine Ellipse um den Mittelpunct der Synode nach dem Flächengesetz beschreibt, so hätte man füglich diese Umlaufszeit die helische oder die solare nennen können, wenn man nämlich gewiss weiss, dass der Mond um den Mittelpunct der Sonne circulirt, also eine eigene für diesen Zweck bestimmte synodisch-geschlossene Bahn hat.

Nach dieser Revolutionszeit vollendet der Mond nur 12 Umläufe im Jahre, so wie man dies zu allen Zeiten und an allen Orten abzählen konnte.

Hätten die alten Astronomen jener Länder und Ortschaften, in welchen keine Synode war, gewusst, dass der Mond 13 Revolutionen im Jahre macht, so hätten sie ihren Kalender mit 13 Monaten versehen: dazumal gab es aber noch keine — erklärende Wissenschaft.

3. Die tropische Umlaufszeit, welche von der siderischen nur um die für die Präcession entfallenden $6''8$ kleiner ist „führt den „Mond durch seine mittlere Bewegung zu derselben Lage zurück, „welche von den beweglichen Nachtgleichen aus gezählt wird.“ Es ist wahrscheinlich, dass diese Revolution sich auf die Ecliptik bezieht.

4. Die anomalistische Umlaufszeit ist um $5^1/_2$ Stunden länger als die siderische, „sie führt den Mond auf denselben Punct seiner Ellipse zurück.“ Wenn die Theorie so gewiss ist, dass der Mond in dieser Zeit zu demselben Punct seiner Bahn zurückkehrt, so ist diese anomale Revolution die allervollkommenste, welche man sich nur wünschen kann: die Theorie aber weiss nicht was sie sagt, denn sie betrachtet die Mondesellipse als einen an den Erdmittelpunct festgeschmiedeten eisernen Reif.

5. Der draconische Umlauf ist von 27 Tagen und 5 Stunden. „Die Mondesknoten machen auf der Ecliptik in 18 Jahren und „218 Tagen mit einer retrograden Bewegung eine ganze Tour *um „den Himmel herum.* Da nun der Mond nicht volle 360^0 durchzu„laufen hat, um wieder zu dem aufsteigenden Knoten zu gelangen, „so ist der Drachenmonat etwas kürzer.“

Aus dieser Umlaufszeit geht hervor, dass, um eine Umwälzung zu machen, um einen ganzen Kreis um den Himmel herum zu beschreiben, nicht nöthig ist 360^0 durchzulaufen; dass somit Revolutionen durchgemacht, Himmelskreise beschrieben werden können, ohne Kreise zu beschreiben.

Digitized by Google

Wir haben aber gesehen, dass die erste Bedingung einer Revolution das Beschreiben von 360° ist, denn sonst könnte man aus den Tagbogen eines Planeten oder Satelliten nicht auf seine Umlaufszeit schliessen: will aber die Theorie ihre „geschlossenen" Bahnen nicht verlieren, so muss sie sich gefallen lassen, dass deren Peripherie sich in 360 Graden auflöst.

Es ist somit deutlich, dass diese 5 Gattungen Umlaufszeiten eigentlich keine Umlaufszeiten sind, sondern Perioden; denn sonst müsste der Mond zugleich fünf verschiedene geschlossene Bahnen, eben so viele Tagbogen und Winkelgeschwindigkeiten haben. Soll aber eine Revolutivperiode, eine Umlaufszeit, durch 360 durchgelaufene Grade ausdrückbar sei, so hat man — um apodictisch die *wahre* zu entscheiden — zuerst herauszufinden, welche von diesen fünf Perioden des Mondes der Bedingung entspricht?

Dass eine vollbrachte Umwälzung sich auf irgend etwas beziehen müsse, ist selbstverständlich, das Einmal „um den ganzen Himmel herumlaufen," hat keinen Sinn. Bezieht sich die Umlaufszeit auf einen Himmelskörper, oder auf einen bekannten Punct des Firmaments, so ist dies immer nur eine Coincidenz in Folge der Erdstellung im Raume. Es wird in den Büchern gelehrt, dass man z. B. die Mondesstellung mit einem fixen Punct des Himmels, mit einem Fixstern zu vergleichen hat etc.; da aber am Himmel kein fixer Punct zu finden ist, und es schon aus dem Grunde keinen geben kann, weil die Erde in einer beständigen Bewegung ist, so wird es verständlich, dass von der Erde aus gesehen, die Coincidenz, oder gleichartige Stellung zweier Objecte (Puncte), ihre gleichzeitige Projection auf das Firmament ist.

Hat man sich einen klaren Begriff vom Sonnensystem, vom Beisammenbleiben der dasselbe bildenden Weltkörper gemacht, so kann man die Coincidenz der Planeten und ihrer Monde mit den Sternen nicht als ihre Revolutivperiode ansehen, indem sich das System im Weltraume versetzt. Man wird aber einsehen, dass, indem die relativen Stellungen der zum System gehörigen Körper trotz ihrer Circulation bleibend sind, ihre Coincidenz mit der Sonne die Grundlage ihrer Revolutivperiode sein müsse, d. h. die *wahre* Umlaufszeit eines Planeten oder Satelliten kann sich nur auf die Sonne, nicht aber auf einen Stern beziehen, denn sonst müsste man den Begriff des Systems selbst aufgeben und den Planeten eine von der Sonne unabhängige Bewegung zuschreiben.

Der Mond hat bereits der Theorie viele Momente verbittert, noch lange Zeit wird er ihr manch Herzleid verursachen. Man findet in den Büchern stets wiederholt. „Der Mond circulirt beständig in einer in sich wiederkehrenden — (geschlossenen) Curve, in deren Innern die Erde sich befindet."

„Der Mond bewegt sich, wie es die Sonne thut, in einer ebenen Curve, und die Ebene dieser Curve ist beständig von der Erdbewegung mitgerissen, damit sie die Ecliptik in veränderlichen Lagen durchschneiden könne."

„Die bewegliche Bahn des Mondes," denn der Mond läuft um die Erde und gleichzeitig mit der Erde um die Sonne."

„Die Mondesbahn ist eine Ellipse, beinahe ein Kreis, deren einen Brennpunct die Erde einnimmt."

„Die grosse Axe der Mondesellipse, die Linie der Apsiden ist nicht fix am Himmel, sie bewegt sich."

„Der radius vector des Mondes beschreibt Flächen nach dem Gesetze Kepler's."

Alle diese Dogmen sind nur da, um zu beweisen, dass die Theorie von der wirklichen Bewegung des Mondes gar nichts weiss und nur das lehrt, was sie sich darüber eingebildet hat. Wir aber haben nach der Ursache zu fragen, warum die Theorie — gegen die Beobachtung selbst — sich für die siderische Umlaufszeit des Mondes entschieden hat?

[28.] Sehen wir vorerst was alles die Bücher sagen, und wählen unter den „einstimmigen" Autoren jenen Exacten, den wir bereits citirt haben.*)

„Die Vergleichung der Beobachtungen, welche in von ein-
„ander entfernten Zeiten über den Mond gemacht wurden, lässt
„eine genaue Bestimmung der Zeit zu, welche dieses Gestirn ver-
„wendet, um eine ganze Tour (Umkreis) an der Himmelssphäre zu
„machen und zu derselben Stellung in Bezug auf die Sterne zu-
„rückzukommen. Diese Zeit, welche die siderische Revolution des
„Mondes genannt wird, war im Anfang des Jahrhunderts nahe $27^1/_3$
„Tage etc. Diese Dauer der siderischen Revolution ist etwas mehr
„als 13mal in der Jahresdauer enthalten; d. h. während die Sonne
„*um* die Erde eine Umdrehung zu machen scheint, macht der
„Mond mehr als 13."

„Wenn der Mond von dem Puncte einer gewissen Constella-
„tion ausgeht und dann wiederkehrt, nachdem er die ganze Tour
„des Himmels gemacht hat, so findet er sich in den zwei Fällen
„nicht auf dieselbe Art in Bezug auf die Sonne gestellt, weil dieses
„Gestirn während der Zeit eine bedeutende Quantität in dem
„Kreise der Ecliptik vorwärts gegangen ist. Auf dass der Mond
„von einer auf die Sonne bezüglichen Stellung ausgehend zurück-
„kehre, und dieselbe Position in Bezug auf sie einnehme, muss er
„auf der Himmelssphäre mehr als eine Tour machen, er muss
„den Umfang eines Kreises beschreiben, vermehrt um den Weg,

*) M. Ch. Delaunay, Astronomie. Paris 1860. Pag. 395, 396.

„welchen die Sonne beschrieben hat während der fraglichen Zeit. „Diese Zeit, welche der Mond verwendet, eine ganze Tour in Bezug „auf die Sonne zu machen, heisst die synodische Revolution und „ist beiläufig $29^1/_2$ Tage.“ Pag. 404 liest man:

„Daraus, dass der Mond immer dieselbe Seite gegen die Erde „kehrt, kann man schliessen, dass dieses Gestirn von einer Rota- „tionsbewegung *über sich selbst* animirt ist in dem Sinne seiner „Revolutionsbewegung *um* die Erde, und die Zeit, welche er ver- „wendet, um eine ganze Tour um die Erde zu machen auf die Art, „dass diese Dauer der Rotation des Mondes über sich selbst bei- „läufig $27^1/_3$ Tage ist.“ Pag. 410, wo es beschrieben wird, „wie „vom Monde aus gesehen die Sonne sich zeigt,“ liest man:

„Jeder Punct der Mondesoberfläche scheint uns beinahe unbe- „weglich zu sein in Bezug auf die Einfassung seiner Scheibe (contour „du disque), es ist klar, dass die Sonne einen ganzen Umkreis „um den Mond gemacht hat, während eine complete Periode der „Mondesphasen sich vollendet; es ist hiermit die Dauer des Son- „nentages auf dem Monde gleich seiner synodischen Revolution „und begreift folglich $29^1/_2$ Tage, deren eine Hälfte für den Tag, „die andere für die Nacht ist“ etc.

Liest man alle diese auf die Mondesrevolution sich beziehenden Darstellungen mit einiger Aufmerksamkeit, so entdeckt man die Klemme, in welche sich die Theorie gesetzt hat.

Durch die Annahme, dass der Mond genau in derselben Zeit einen Kreis in Bezug auf die Sterne beschreibt, während welcher er sich um die Erde dreht, hat man bewiesen, dass 27·3 Tage = 29·5 Tagen sind.

Es wird gelehrt, dass, um die ganze Mondesscheibe beleuchtet zu sehen, um seine gegen die Erde gewendete Seite nach und nach in ihren Phasen zu beobachten, die Zeit zwischen zwei Conjunc- tionen nöthig ist; da diese Zeit 29·5 Tage enthält, so ist abermals bewiesen, dass 29·5 Tage = 27·3 Tagen sind. Da endlich der Mondestag gleich 29·5 Tagen ist, so kann man nicht behaupten, dass der Mond zweierlei Rotationszeiten hat, aber es ist klar, dass seine Rotationsdauer in Bezug auf die Sonne genau dieselbe ist, als in Bezug auf die Sterne, wodurch es zum drittenmale bewiesen wird, dass 29·5 Tage = 27·3 Tagen sind. Man muss nothwen- digerweise zu solchen überraschenden Resultaten gelangen, wenn man von dem Gedanken — abstrahirt.

Aus der Figur und Lage der Mondesbahn, sowie man sich diese nach dem Systeme von Copernik vorstellt, lässt sich die ei- gentliche Bewegung dieses Weltkörpers nicht erklären. Da nun die Theorie weder die wahre Lage, noch die Figur der Mondesbahn kennt, so hätte sie einfach sagen können: „Das Beschreiben eines

Digitized by Google

Himmelskreises ist eine vollbrachte Revolution," sie hat sich aber dadurch compromittirt, dass sie, ohne irgend einen rationellen Anhaltspunct zu haben, muthig aussprach, „die Periode des Zurückkehrens zu demselben Sterne ist des Mondes Umlaufszeit *um die Erde.*" Mit und nach den Astronomen sagt auch Laplace dasselbe, er hat aber dazu keinen analytischen Beweis geliefert.

Wir haben zu zeigen, dass selbst nach dem Systeme von Copernik die Umlaufszeit des Mondes nur jene sein kann, welche zwischen zwei auf einander folgenden Conjunctionen verfliesst, ob nun der Mond um die Erde kreiset oder nicht.

[29.] Niemand hat aber noch daran gezweifelt, dass der Mond *um* die Erde circulirt, und dass *eine* Circulation mit dem Beschreiben von 360° vollbracht ist: hieraus folgt aber nicht, dass der Mond in Bezug auf den Sternhimmel circulirt, sondern es folgt, dass er seine 360° in Bezug auf die Erde beschreibt. Es muss somit bewiesen werden, dass der vom Monde beschriebene Himmelskreis sowie seine Bahn um die Erde 360° enthalten.

Nun sagt die Theorie: „Es ist wohl kein Zweifel, dass der Mond einen Himmelskreis von 360° beschreibt, während er zu demselben Stern zurückkehrt; dass die Erde sich mitten in diesem beschriebenen Himmelskreise befindet, ist eben so klar, folglich hat der Mond einen Kreis *um* die Erde in 27·3 Tagen beschrieben."

Dieses „Argumentum ad hominem" hat seine Richtigkeit, wenn die Erde sich nicht von der Stelle rührt und der Mond seinen Kreis wirklich in 27·3 Tagen beschreibt; wir werden aber bald sehen, dass der Mond eben und nur aus dem Grunde seinen grossen Himmelskreis während 27·3 Tage beschreibt, weil die Erde sich bewegt. Würde diese fix sein, so wäre die siderische Umlaufszeit des Mondes 29·5 Tage.

Die Abhängigkeit des Mondes von der Erde ist anerkannt, die Theorie gibt zu, dass er „mit der Erde zugleich um die Sonne kreiset," folglich hängt der Mond auch von der Sonne ab. Aus dieser zweifachen Abhängigkeit wird es begreiflich, warum die Mondesphänomene so vielfältig sind, warum seine Bewegungen so complicirt erscheinen.

Die Sonne mit der Erde und deren Monde, sowie ihr ganzes System bewegen und versetzen sich im Raume ohne Unterlass. Alle diese Weltkörper bleiben stets beisammen; welche immer die Stellung des Systems in Bezug auf den Sternhimmel ist, so behalten sie ihre relativen Stellungen nahezu bei; der unermessliche Raum, in welchem sie sich bewegen, und die erstaunliche Ferne der Sterne betrachtet, muss man erkennen, dass die variablen Distanzen der Planeten unter sich verschwindende Grössen sind. Diese Thatsache soll genügen, um einzusehen, dass die Revo-

lution des Mondes sich sowohl auf die Erde als auch auf die Sonne bezieht, sich daher auf die Sterne nicht beziehen kann. Wir bemerken noch überdies, dass die Sterne in Bezug auf die Stellung des Mondes im Raume nicht als Richtpuncte dienen können, indem die Erde selbst ihre Stellung in Bezug auf dieselbe beständig wechselt und somit sich der Mond stets anders projicirt; da aber die Erde immer in der Gegenwart der Sonne bleibt, so kann dieser Weltkörper vorzugsweise als Richtpunct für die Mondespositionen genommen werden, sowie dies die practische Astronomie in der That auch thut. Die eigene Bewegung der Sonne kommt hier aus dem Grunde nicht in Betracht, da Erde und Mond diese Bewegung mitmachen.

Wir haben somit zu untersuchen, welche die eigentliche Dauer der Mondes-Revolutivperiode ist, ohne jemals der Idee Raum zu geben, dass ein Himmelskörper mehr als eine Umlaufszeit hat. Wir haben aufzusuchen, welches Phänomen seine Periode constant angibt, ohne zu fragen, ob der Mond um diesen oder jenen Körper kreiset. Wir wollen der „Revolution" den allgemeinen Ausdruck „periodische Wiederkehr eines Phänomens der Bewegung, einer Coincidenz" substituiren. Wenn wir nun die wahre Lage und Figur der Mondesbahn auch nicht kennen, so genügt es, um unsere Studien fortsetzen zu können, sich zweier Thatsachen bewusst zu sein.

Nach der einen Thatsache begleitet der Satellit seinen Planeten überall, ohne sich von ihm zu trennen oder von ihm sich zu entfernen. Dem ersteren Theile dieser Thatsache widerspricht die Theorie nicht, denn man wusste es zu allen Zeiten, dass der Mond der Erde zugehört, und seitdem die Erde ein Planet geworden ist, weiss man, dass sie auf ihrer jährlichen Reise *um* die Sonne von ihrem treuen Satelliten begleitet wird; wir nennen dieses Begleiten ein „Nachfolgen." Den zweiten Theil der Thatsache erkennt die heutige Theorie nicht an, sie hat variable Entfernungen aufgestellt, wodurch sowohl die Figur der Bahn als auch die gleichförmige Bewegung verändert wird.

Die zweite Thatsache — Folge der ersteren — ist die, nach welcher Erde und Mond sich in derselben Richtung bewegen; sie ist durch die Beobachtung constatirt, sie folgt aber auch aus der Lieblingsidee der Theorie, nach welcher Erde und Mond dieselbe „Neigung gegen die Sonne" hegen. Da nun Erde und Mond beständig in gleicher Richtung mit ihrer eigenen Geschwindigkeit sich bewegen, so haben wir hier auch mit einer combinirten Doppelbewegung zu thun und werden Analogien finden mit jener Doppelbewegung der Erde, welche wir früher betrachteten. Beide Bewe-

Digitized by Google

gungen beziehen sich somit auf die Sonne und müssen sich gegenseitig anzeigen.

Indem die Explicationen der Theorie im Sinne des Systems von Copernik gemacht werden, können wir unsere Betrachtungen bei jener Hypothese machen, nach welcher der Mond *um* die Erde circulirt und beide *um* die Sonne kreisen.

[30.] Unter den 5 Umlaufszeiten sind zwei, die sich auf Beobachtungen stützend, periodische Coincidenzen vorstellen, die anderen sind Rechnungssache, sie sind — Theorie. Wir haben somit nur die synodische und die siderische Umlaufszeit zu betrachten, wie diese für das Jahr 1801 bestimmt und in mittleren Sonnentagen angegeben sind.

Die synodische ist	= 29^t	12^h	44′	2″	9	=	29·530589 Tage
„ siderische	= 27	7	43	11	5	=	27·321661 „
Ihr Unterschied	= 2^t	5^h	0′	51″	4	=	2·208928 Tage.

Aus beiden folgen die Tagbogen des Mondes:

siderischer	= 13^0 1763629
solarer	= 12^0 1907538
Differenz	= 0^0 9856091

Wir sehen, dass diese Differenz genau den Tagbogen der Erde nach ihrer siderischen Umlaufszeit vorstellt, und wir wissen, dass dieser nach der tropischen = 0^0 9856472 ist; der Unterschied zwischen den beiden Tagbogen der Erde ist somit = 0^0 0000381 oder = 0″ 13716, welche die tägliche Präcession repräsentirt; diese kleine Quantität Zeit können wir hier als „nicht störend“ vernachlässigen.

Setzt man voraus, dass die 360^0 während der siderischen Periode beschrieben sind, so entfallen auf die Solarperiode 360^0 + 29^0 1057. Soll umgekehrt der Kreis sich auf die Solarperiode beziehen, so werden während der Sideralperiode 360^0 — 26^0 2985 beschrieben.

In der That, während des Zeitunterschiedes von 2·208928 Tagen zwischen den beiden Perioden beschreibt der Mond

nach der Sideralrevolution . .	29^0 10569 und
nach der Solarrevolution . .	26^0 92850
Differenz .	2^0 17719

Die Erde ihrerseits beschreibt während derselben 2·208928 Tage den genau gleichen Bogen von 2^0 17719; sie beschreibt ferner

während 29·530589 Tage den Bogen von 29^0 1057 und
„ 27.321661 „ „ „ „ 26^0 9285

Differenz = 2^0 1772

Aus diesen Vergleichszahlen ist es schon ersichtlich, dass, wenn wir die Bewegung des Mondes für sich allein haben wollen, den durch die Erde beschriebenen Bogen von dem seinigen abzuziehen haben. Ist nun der Mond in 27·3 Tagen zu demselben Stern zurückgekehrt, so hat er in Bezug auf die Erde nicht mehr als 333^0 0715 beschrieben, es bleiben ihm somit noch 26^0 9285 durchzulaufen, wozu er 2·2089 Tage verwenden muss.

Hieraus folgt ganz natürlich, dass die Revolution des Mondes in Bezug auf die Erde 29·5 Tage ist, und dass, während er um die Erde oder besser gesagt in Bezug auf die Erde 360^0 beschreibt, durchläuft er auf der Himmelssphäre (im Raume) $360^0 + 29^0$ 1057.

Bemerken wir noch folgende Zahlenverhältnisse: Die beiden Perioden des Mondes verhalten sich wie 1 zu 1·08084 oder umgekehrt wie 1 zu 0·92520. Die tägliche Bewegung der Erde verhält sich demnach zum siderischen Tagbogen des Mondes wie 1 zu 13·3683 und zum solaren wie 1 zu 12·3683. Hieraus folgt, dass der Mond in einem Jahre 13·3683 siderische und 12·3683 synodische Revolutionen vollendet. Es folgt ferner, dass die Erde während 13·3683 siderischer sowohl, als auch während 12·3683 synodischer Revolutionen des Mondes am Himmel genau die Curve von 360^0 beschrieben hat. Es ist somit ersichtlich, dass von jenen Kreisen, welche der Mond in Bezug auf die Sterne während eines Jahres beschreibt, *einer* der Erde zugehört.

Zu demselben Stern zurückgekehrt, hat der Mond einen Kreis beschrieben; er hat somit während 13·3683 siderischer Perioden 13 Kreise und noch einen Bogen von 132^0 588 durchgelaufen. Da er während einer synodischen Periode einen Kreis + 29^0 1057 beschreibt, so hat er während 12·3683 solcher Perioden gleichfalls 13 Kreise und 132^0 588 durchgelaufen. Zieht man hier und dort einen Kreis für die Erde ab, so bleiben in beiden Fällen nur 12 Kreise und 132^0 588, d. h. eben so viele Mondesrevolutionen.

Es ist demnach klar, dass der Mond die Erde in ihrer Bahn begleitet und mit ihr vereint einen Jahreskreis auf dem Himmel beschreibt; in Bezug auf die Sonne und die Erde aber während dieser Zeit nicht mehr als 12·3688 Umwälzungen macht.

Wir sehen die innige Verbindung beider Bewegungen; die zwei Umlaufszeiten des Mondes repräsentiren das Verhältniss zwischen der Winkelgeschwindigkeit der Erdrotation und jener des Mondes, diese als Einheit genommen; die Anzahl der Umlaufszeiten gibt die Winkelgeschwindigkeit des Mondes, jene der Erd-

Digitized by Google

translation gleich eins gesetzt. Die sich entsprechenden Zahlenpaare geben dasselbe Product, es ist

$$29{\cdot}53058 \times 12{\cdot}3683 = 27{\cdot}321661 \times 13{\cdot}3683 = 365{\cdot}2422.$$

Die Angularbewegung der Erde ist bekannt, jene des Mondes kann in den beiden Fällen nur eine und dieselbe sein; es fragt sich somit, welcher Periode die wahre Bewegung des Mondes entspricht?

Die siderische Periode gibt den Tagbogen von $13^0 1763629$; wir wissen, dass der Rotationspunct der Erde während 24 Stunden an dem Himmel oder im Raume einen Kreis plus dem Bogen von $0^0 9856472$ beschreibt: da die Mondesbewegung im Sinne der Rotation vorgeht, hat der Mond in Beziehung auf diesen Rotationspunct um diesen Bogen weniger beschrieben, zieht man denselben von seinem siderischen Tagbogen ab, so bleiben $12^0 1907$ oder der synodische Tagbogen. Hieraus ist ersichtlich, dass die Rotationsgeschwindigkeit 29·53mal grösser als jene des Mondes ist.

Ferner hat der Mond das Jahr hindurch 13·3683 siderische Umläufe und beschreibt während 27·3 Tage einen Kreis: die Erde hat an Translation während dieser Periode $26^0 9285$, während des Jahres 360^0 beschrieben, folglich ist das Verhältniss der beiden Winkelgeschwindigkeiten wie 1 zu 12·3683.

[31.] Verwandelt man die Bogen in Zeit, so erhält man dieselben Resultate.

Der synodische Tagbogen ist in Zeit	=	$48'\ 45''78$
„ siderische „ „ „ „	=	$52'\ 42''32$
Differenz	=	$3'\ 56''54$

als diejenige zwischen dem mittleren und dem Sterntag.

Die Tage der synodischen Revolution werden das „Alter des Mondes“ genannt; man fängt ihre Zählung mit der Conjunction an. Indem man ganze Tage zählt, die Umlaufszeit aber mit 29·5 Tagen angenommen wird, so ist das Alter des Mondes mit den auf einander folgenden Revolutionen abwechselnd 29 und 30 Tage. Der Mond kommt während dieser „Alters-Perioden“ um einmal weniger in den Meridian, also abwechselnd 28- und 29mal: dies ist die Folge dessen, dass der Mond sich im Sinne der Erdrevolution bewegt. Er kommt somit „im Mittel“ jeden Tag um $48'\ 45''78$ später in den Meridian: er hat aber, eben so wie die Sonne, seine „Variationen des Mittags,“ und tritt bald früher bald später in den Meridian, und zwar in den Grenzen von beiläufig $42'$ und $59'$. Die Rectascensionsperiode des Mondes auf den Aequator bezogen, wechselt zwischen 27·5 und 28 Tagen. Würde nun die siderische Umlaufszeit die *wahre* sein, so würden die

Digitized by Google

Mondesalter im Durchschnitt 27·3, während dieser Periode 26·3 Meridiandurchgänge sein, und die Rectascension würde sich in 25·3 Tagen vollenden, Dinge, die mit den Beobachtungen im Widerspruch sind.

Wir sehen, dass die Frage der Sonnen- und Sternzeit und jene der Sonnen- und Sternperiode des Mondes ganz dieselbe ist.

Gibt die Differenz zwischen dem mittleren und dem Sterntag das Verhältniss der Rotation zur Translation an, so gibt die Differenz der beiden Revolutionen des Mondes das Verhältniss zwischen Mondes- und Erdbewegung an.

Die Beziehungen dieser drei Winkelbewegungen (ihr Rapport) führen uns zu einer allgemeinen und strengen Definition der beiden Erdzeiten sowohl, als auch der beiden Umlaufszeiten des Mondes.

Wir sagen demnach: „die Differenz zwischen dem Sonnen- und dem Sterntag ist die Zeit, welche die Rotation verwendet, denselben Translationsbogen zu beschreiben, welchen die Erde während der Dauer eines Sterntages beschrieben hat.“ Die bekannten Verhältnisse führen zu dem unausweichlichen Resultate, dass die Rotationsdauer der Erde keine andere sein kann, als jene eines mittleren Sonnentages. Eben so sagen wir: „die Differenz zwischen dem synodischen und dem siderischen Umlauf des Mondes ist die Zeit, welche der Mond verwendet, um jenen Bogen zu beschreiben, welchen die Erde an Translation während des siderischen Umlaufes beschrieben hat.“ Es ist klar, dass, welche Dauer immer man zu Grunde legt, das Resultat derselben analog ist. Die beobachteten deutlichen Verhältnisse des Mondes und der Erdbewegung führen zu dem Ergebniss, dass die eigentliche Periode des Mondes die synodische ist.

Wir sehen ferner, dass die Differenzen einzig und allein von dem Verhältniss der Winkelbewegungen abhängen und sich mit diesen verändern. Würde z. B. die Rotation der Erde von 12 Stunden sein, so würde die Differenz zwischen dem mittleren und dem Sterntag zur Hälfte herabsinken, aber auf das Doppelte steigen, wenn die Rotationsdauer von 48 Stunden wäre. Die Differenz zwischen den beiden Zeiten könnte nur dann annullirt werden, wenn die Rotationsgeschwindigkeit entweder unendlich oder $= 0$ ist. In diesem letzteren Falle würde der Erde nur die einmalige Umdrehung während des Jahres übrig bleiben, woraus wieder der directe Beweis hervorgeht, dass *diese* Umdrehung keine Rotation ist.

Bleibt die Erdbewegung constant und wächst jene des Mondes, so nimmt die Differenz der beiden Umläufe in demselben Verhältniss ab. Bleibt die Mondesbewegung constant und die Erd-

geschwindigkeit nimmt ab, so nähern sich die Perioden des Mondes in demselben Verhältniss. Hätte die Erde keine Translation, so würden sich die synodische und die siderische Revolution gleich sein. Aus den Zahlenverhältnissen:

$$27{\cdot}321661 : 12{\cdot}3683 = 29{\cdot}530589 : 13{\cdot}3683 = 2{\cdot}208928$$

folgt, dass die Differenz zwischen den beiden Perioden sich umgekehrt verhält wie die beiden Geschwindigkeiten — der Erde und des Mondes. Je grösser diese letztere ist, desto kleiner ist die Differenz der Perioden und umgekehrt.

Es ist somit ersichtlich, dass, je langsamer der Mond sich bewegt, desto mehr Grade muss er am Himmel beschreiben, während er einen Kreis um die Erde beschreibt, umgekehrt, wenn er sich schneller bewegt. Würde die Geschwindigkeit des Mondes nur die doppelte jener der Erde sein, so würde er während einer Circulation um die Erde zwei Himmelskreise beschreiben, seine siderische Umlaufszeit die Hälfte der synodischen sein etc. Würde er eine 365·2422fache Geschwindigkeit der Erde haben, so würde der Unterschied zwischen seinen zwei Perioden derselbe sein, der zwischen mittlerer und Sternzeit ist: um jede Differenz zu annulliren, müsste die Geschwindigkeit des Mondes — unendlich sein.

Beispiel. Die siderische Umlaufszeit des bisher alleinigen Mondes des Neptun ist mit 5·8796 Tagen angegeben: welche ist seine synodische Periode? Während dieser Zeit beschreibt Neptun an Translation den Bogen von 126″7, diesen beschreibt sein Mond in 49″663, folglich ist seine synodische Revolution beiläufig — um die jährliche Präcession grösser als seine siderische.

[32.] Nach diesen Betrachtungen können wir die in den Büchern enthaltenen Explicationen der Mondesbewegung näher beleuchten.

Setzen wir mit dem citirten gelehrten Autor voraus, dass die Sonne dem Monde vorausgeht, dieser somit zurückbleibt. Um jedoch zu sehen, wie die Bewegung vor sich geht, müssen wir uns einen Ausgangspunct in Bezug auf die Sonne, nicht aber in Bezug auf eine „gewisse Constellation“ wählen; nehmen wir somit an, dass die gleichzeitige Bewegung des Mondes und der Sonne in dem Moment anfängt, als sie beide mit einem Vergleichsstern zusammenfallen.

Während der Mond zu dem Stern zurückkehrt, also in 27·3 Tagen, hat die Sonne, wie bekannt, den Weg von 26°9285 zurückgelegt, der Mond ist somit im Rückstand mit diesem Bogen. Nach der zweiten Sideralrevolution ist er um 53°857 zurückgeblieben, und so fort, bis er nach vollendeten 13·368 Umwälzungen genau 360° zurückgeblieben, und abermals mit dem Centrum der

Digitized by Google

Sonne zusammenfällt, welche Sonne während dieser Zeit 13·3683-mal $26^0 9285 = 360^0$ vorausgelaufen ist.

Ist nun die Sonne fix, so hat der Mond während des Jahres um dieselbe einen Kreis in retrograder Bewegung beschrieben, d. h. er hat 13·368 Kreise vorwärts und einen Kreis rückwärts gemacht. Da nun die scheinbare Bewegung der Sonne in der Ecliptik die wahre Bewegung der Erde in derselben Ecliptik ist, so hat der Mond seine Excursion, seiner unbewusst, *um* die Erde vor- und rückwärts gemacht.

Betrachten wir die Kehrseite der Medaille, um zu sehen wie sich die synodische Revolution macht. Nach 27·3 Tagen ist der Mond beim Stern und die Sonne mit $26^0 93$ voraus. Indem der Mond mit der Sonne in derselben Richtung sich bewegt, so braucht er, um diesen Bogen zurückzulegen, 2·0437 Tage; während dieser Zeit aber ist die Sonne — immer in der Ecliptik — abermals um $2^0 01437$ vorwärts geschritten. Da der Mond 12·3mal schneller geht als die Sonne, so wird er diese genau in jenem Punct einholen, in welchem auf der Ecliptik $29^0 1057$ angezeichnet sind. Der Vergleichstern ist vom Mond um diesen Winkel entfernt; wenn er demselben wieder begegnet, so hat er diesen Weg erspart; er hat nicht mehr als $330^0 8943$ durchzulaufen. Da dieser Stern nach jeder Conjunction um denselben Bogen von $29^0 1057$ dem Monde näher kommt, so wird die Sonne nach 12 vollbrachten Revolutionen nur mehr $10^0 7316$ zu beschreiben haben, um wieder zu dem Stern zu gelangen; es bleiben ihr 10·87516 Tage vom Jahre übrig, während welcher sie — die Präcession in Betracht gezogen — den Stern beiläufig erreicht hat. Dem Mond aber bleibt noch für diesen Jahresrest der 0·3683. Theil seiner Revolution übrig, er wird daher den Stern bald zum 13. Male begegnen, um mit dem Schlusse des Jahres von ihm sich um $121^0 856$ zu entfernen.

Dieses ist das beobachtete Phänomen, aus welchem man nicht folgern kann, dass der Mond um die Sonne circulirt, folgerecht aber schliessen kann, dass die Mondesperiode sich auf die Sonne bezieht. Nimmt man nun an, dass die Erde sich mit der Sonne in gleicher Richtung und mit derselben Winkelgeschwindigkeit bewegt, so ist es natürlich, dass die Erde auch nicht um die Sonne kreist, sondern mit ihr in derselben Curve sich bewegt und von ihr in derselben Angulardistanz bleibt. Hieraus folgt, dass die Revolution des Mondes eben so gut auf die Erde wie auf die Sonne sich bezieht, folglich deren Dauer in Bezug auf beide Weltkörper dieselbe ist.

Betrachtet man die Mondesbewegung nach dem Diagramm des Systems von Copernik, nach welchem die Bücher sich halten; so kann man den Mond nicht um die Erde circuliren lassen, ohne

Digitized by Google

dass die successiven Stellungen desselben in Bezug auf die Sonne stets und genau mit jenen in Bezug auf die Erde übereinstimmen. Sei der Punct dieser Mondesbahn welch immer, von welchem aus man seine Revolution anfangen lässt, so wird er nach vollendeter Umwälzung in dieselbe relative Lage sowohl gegen die Sonne als auch gegen die Erde kommen. Stellen wir uns z. B. vor, die Mondesrevolution fangt in dem Moment an, als der Mond sich in der Erdbahn befindet oder diese durchschneidet; dieser wird der Moment einer seiner Quadraturen sein. Ist es nicht klar, dass der Mond nur dann seinen Kreis von 360° um die Erde voll beschrieben hat, wenn er zu dem Anfangspunct zurückgekehrt ist? Ist es nicht deutlich, dass seine Stellung gegen die Sonne dieselbe geworden ist? Diese Umlaufsperiode aber ist die synodische.

[33.] Die Theorie sagt ausdrücklich, entschieden, ohne einen Widerspruch zu dulden, dass die „wahre Umlaufszeit des Mondes *um die Erde* die siderische ist.“ Wir haben gesehen wie die Theorie erklärt, dass „während der Mond seinen Kreis um die Erde beschreibt, die Sonne in der Ecliptik bedeutend vorgeschritten ist, und dass der Mond, um sie einzuholen 2·21 Tage braucht.“ Diese Art, Phänomene zu erklären, gibt uns ein Beispiel wie die einfachsten Fragen durch einen incorrecten Sprachgebrauch verwirrt werden. Hier scheint es noch überdies, als würde man absichtlich die Sonne in der Ecliptik sich bewegen lassen, um dadurch den Widerspruch zu verbergen, in welchen man durch die Annahme der Sideralperiode unausweichlich fallen muss. Die Theorie stützt sich ja auf den Satz „die scheinbare Sonnenbewegung ist die wirkliche Erdbewegung“ und wir haben sattsam gesehen, dass der scheinbare Tagbogen der Sonne in der Ecliptik der wahre Tagbogen der Erde — in ihrer unbekannten Revolutivcurve ist.

Würde der Explicator sprechen, wie er nach den von der Theorie selbst aufgestellten Principien sprechen sollte, so würde er die Sonne in dem gemeinschaftlichen Brennpuncte aller Planetenellipsen ruhig lassen und würde den directen Beweis führen, dass die Mondesrevolution nicht die siderische sondern die solare ist. Der Explicator müsste nämlich sagen, „während der Mond um die Erde circulirt, schreitet die Erde in ihrer Bahn beständig vor, und beschreibt, wie bekannt, täglich bei einen Grad; will nun der Mond seinen Kreislauf um die Erde vollenden, so muss er diese einholen, wozu er 2·21 Tage verwendet.“ Wir sehen hieraus, dass die synodische Periode sich gleichsam aufdringt, und wollte man dennoch den Beweis führen, dass die „wahre Umlaufszeit des Mondes um die Erde die siderische ist,“ so hätte man dadurch auch bewiesen, dass der Mond sich nicht nach dem System von Copernik bewegt.

Die Phasen des Mondes, also seine sich auf die Sonne beziehenden Stellungen waren zu allen Zeiten mit Aufmerksamkeit beobachtet, die deutliche Angularbewegung des Mondes, so wie diese sich auf die Sonne bezieht, ist somit direct beobachtbar. Seine Solarperiode kann demnach als Grundperiode betrachtet werden, aus welchen die übrigen Coincidenzen abgeleitet werden. In den Büchern liest man Folgendes:

„Wenn man die Umlaufszeit der Erde um die Sonne kennt, „so lässt sich aus dem beobachteten synodischen Umlauf der tro„pische ableiten, und kennt man die Vorrückung der Nachtgleichen, „so ergibt sich auf ganz ähnliche Weise aus der tropischen Um„laufszeit die wahre (siderische.) So verfuhr man bereits im Alter„thum" etc. (Mädler p. 159.)

Also aus dem tropischen Umlauf der Erde folgt der tropische Umlauf des Mondes, aus dem siderischen der siderische! Wir haben oft schon bemerkt, dass die Präcession mit der Bewegung der Erde und des Mondes nichts gemein hat, dass die Theorie die Sonnenbewegung beiden zurechnet, dies aber ihrer unbewusst thut; sie hat sich aber durch die „Ableitung der Mondesperiode" in eine Illusion versetzt, welche wir zu erkennen haben. Es stellt sich deutlich heraus, dass sie in Bezug auf die Umlaufszeiten den Mond in gleiche Categorie mit den Planeten stellt, für welche sie gleichfalls synodische, tropische und siderische Revolutionen gemacht hat. Hiedurch setzt sie voraus, dass der Mond wie die Erde und die Planeten, welche um die Sonne sich in concentrischen Kreisen bewegen, gleichfalls einen concentrischen Kreis beschreibt. Da die periodische Coincidenz eines Planeten mit der Erde seine synodische Umlaufszeit genannt ist, so muss wohl auch der Mond sich darnach halten. Bewegen sich zwei Körper in concentrischen Kreisen und in derselben Richtung, und ist die Revolutivperiode des einen bekannt, so ist jene des andern ebenfalls bekannt, wenn der Unterschied ihrer Winkelgeschwindigkeit gegeben ist. Nun ist die Theorie der Meinung: hat sie die Erdbewegung von dem synodischen Umlauf des Mondes eliminirt, so hat sie die wahre eigene Bewegung des Mondes herausgefunden. Die Theorie hat aber zwei wesentliche Umstände vergessen: erstens bewegt sich der Mond nicht in einer mit der Erdcurve concentrischen Bahn, woraus folgt, dass zwischen dem Mond und den Planeten in dieser Beziehung keine Analogie statt hat; so viel ist durch die Beobachtung constatirt, dass seine Bewegung im Sinne der Erdbewegung vorgeht; da nach dem Diagramm von Copernik der Mond in der einen Hälfte seiner Bahn in der entgegengesetzten Richtung mit der Erde sich bewegt, so muss er durch die Theorie confus werden. Man könnte aber nach diesem Diagramm annehmen, dass ein Punct des Erdäqua-

tors in Rotation sich mit dem Mond concentrisch bewegt; die Differenz beider Geschwindigkeiten führt wie wir gesehen haben zur synodischen Periode, als zur Umlaufszeit um die Erde. Zweitens lässt sich die Mondesbewegung von jener der Erde eben so wenig trennen, als Rotation und Translation sich trennen lassen; eine isolirte, abgesonderte Umlaufszeit hat der Mond nicht. Wir haben bemerkt, dass alle jene Coincidenzen des Mondes, welche man eben so viele Umlaufszeiten genannt hat, auf dieselbe Art durch die Erdbewegung hervorgebracht sind. Glaubt man demnach, dass durch eine theoretische Anschauung der Mond von der Erdbewegung unabhängig gemacht wird, so versetzt man sich in eine Illusion: aus dieser Illusion kommt aber die Theorie nicht heraus, sie sagt: „so wie der mittlere Tag die vergrösserte Rotationsdauer ist, so ist auch die synodische Periode eine Vergrösserung der siderischen Umlaufszeit“ beide Vergrösserungen sind durch die Erdbewegung hervorgebracht. Es ist ganz umgekehrt, der Sterntag ist die verkürzte Rotationsdauer und die siderische Periode ist die abgekürzte synodische: beide Abkürzungen sind Folgen der Erdtranslation. Folgt aber hieraus nicht unmittelbar, dass die beiden Differenzen durch die Translationsbewegung der Erde entstehen und dass somit, wenn die Erde diese Bewegung nicht hat, weder die Dauer der Rotation, noch jene der Mondesrevolution verändert wird? Wir aber finden in diesem Umstande den vollen Beweis, dass die Circulation der Erde — ihre jährliche Bewegung — weder auf die Rotations-, noch auf die eigentliche Bewegung — Revolutionsdauer — des Mondes einen Einfluss ausübt, sondern ihre Coincidenzen mit den Sternen befördert, beschleunigt.

PRÜFENDE BEOBACHTUNG.

[34.] Wir sehen, dass, insolange die einfachsten, zugleich aber Grundphänomene der Bewegung nicht verstanden sind, so kann von einem Weiterkommen der erklärenden Wissenschaft keine Rede sein; ja wir können sagen, dass eine solche Wissenschaft eigentlich noch gar nicht existirt, sondern Alles das, was man sagt, behauptet und lehrt, nichts anderes bedeutet, als „dass man sich die Dinge so vorstellt.“

System und Gesetze sind wohl da, keine Erscheinung bleibt ohne Explication, alles wird „mathematisch“ bewiesen; die Phänomene der Bewegung sind aber noch heute eben so unbegriffen, als sie vor drei und mehreren Tausend Jahren gewesen sind. Soll aus diesem Umstande sich nicht erweisen, dass die aufgestellten Grundbegriffe fehlerhaft, irrig sein müssen?

Die Grundidee, die leitende Idee, welche dem Denker gleichsam entgegenkommt, war immer und ist noch, dass die Phänomene der Bewegung, insbesondere die grossen, so wie jene des Sternhimmels und der Sonne nur scheinbar und daher durch die Erdbewegung erzeugt sind. Die tägliche und jährliche Bewegung musste auf die Doppelbewegung der Erde führen, denn die Zeitperioden der zwei wichtigsten Erscheinungen, des Tages und des Jahres waren bekannt, der Anhaltspunct gegeben: die Erde muss eine tägliche und auch eine jährliche Bewegung haben.

Diese beiden Phänomene, Tag und Jahr, sind durch die Erde und die Sonne gemeinschaftlich erzeugt, ohne die Intervention einer anderen Macht. Es ist die Beleuchtung der Sphäre nach ihrer Lage, gegen das Licht! Wenn die Alten, die pythagoreische Schule z. B., die beobachteten Phänomene aus den beiden Erdbewegungen sich dennoch nicht erklären konnten, so ist dies ein Beweis, dass es nicht hinlänglich ist, zu wissen, dass die Erde sich bewegt, sondern dass man noch überdies wissen sollte, wie sie sich bewegt?

Sonderbar genug, dass die Grundidee gefallen ist und Ptolomäus die Erde als Centralpunct der allgemeinen Bewegung angenommen hat. Hiedurch verschwand selbst der einfache Begriff der Production des Tages und des Jahres, und jede Erklärung der Bewegungsphänomene wurde für immer unmöglich gemacht. Sternhimmel und Sonne mussten wieder ihre Bewegungen um die Erde fortsetzen.

Als Copernik die Grundidee mit Eifer wieder erfasst, die Doppelbewegung der Erde restituirt und diese den übrigen Planeten gleichsetzt, erhält die Sonne ihre volle Bedeutung als Chef der Familie, als Führerin ihres Systems.

Nun wird aber die Sonne ihrerseits der fixe Centralpunct der Bewegung ihrer Angehörigen, und diese circuliren um sie in geschlossenen Kreisen. Aus diesem Systeme Copernik's lässt sich noch immer kein Phänomen der Bewegung erklären, und die Ursache davon ist, — sagt die Theorie — weil Copernik die excentrischen Kreise und theilweise auch die Epicyklen beibehalten hat.

Kepler sagt, die Planeten beschreiben keine Kreise, sondern Ellipsen, und nun meint die Theorie, dass aus der Ellipse sich alle Phänomene der Bewegung erklären. Die Theorie hat sich geirrt, denn die Ellipse ändert an dem System gar nichts, sie ist eben so wie der excentrische Kreis eine geschlossene Curve, und die Planeten kreisen darin um den Mittelpunct der Sonne; die Ellipse hat aber zur Verwirrung der Begriffe und zur Consolidirung der Verwirrung beigetragen.

Mit der Erklärung wollte es aber nicht vorwärts gehen, es erhoben sich Zweifel über das System, Copernik selbst konnte

sich deren nicht erwehren und Tycho fand sich veranlasst, zu der Idee des Ptolomäus zurückzugehen. Es stellte sich nämlich heraus, dass, bevor man aus dem System irgend etwas erklären will, man beweisen muss, dass die Planeten um die fixe Sonne circuliren und Ellipsen beschreiben können.

Newton erscheint, und mit ihm wie ein „Deus ex Machina" die Theorie der Universalgravitation. Aus der Attraction einzig und allein lässt sich die Bewegung erklären, und wenn die Sonnenanziehung nach dem Quadratgesetz sich benimmt, so können sich die Planeten, die Monde, Cometen etc. in irgend einem Kegelschnitte, folglich auch in einer Ellipse bewegen.

Der Satz, „jede Bewegung ist durch die Attraction erzeugt," lässt sich nicht durchführen, er ist durch die Theorie selbst umgeworfen. Wird die Attraction in eine impulsive Kraft umgewandelt, so ist ihre Natur umgeändert, sie zieht nicht, sie stosst. Um verschiedene Bewegungen – Geschwindigkeiten — hervorzubringen, muss sich die Kraft modificiren, sie muss ihre Quantität ändern.

Ist die Anziehung wie die Masse, so hat man veränderliche Massen aufgestellt und sagt, „ein Körper kann zu gleicher Zeit schwer und leicht sein," auf die Wagschale gelegt kann er sehr viel wiegen und zugleich auch gar kein Gewicht haben." So wirkt z. B. die Sonnenanziehung auf die Erde und wirkt zu gleicher Zeit auch nicht. Wir werden sehen, dass die Ansichten über die geheimnissvolle Kraft der Anziehung so weit sich versteigen, bis der Uebergang des Verstandes in den krankhaften Zustand sich manifestirt.

Newton's Theorie wurde von der gelehrten Welt mit wahrem Heisshunger erhascht, denn nun war es nicht mehr nothwendig, die so schwer begreifliche Bewegung noch weiter sich erklären zu wollen, man hält sich direct an die Ursache derselben. Was hat man gewonnen? Man glaubt die Ursache zu kennen, sie lässt sich berechnen, ihre Wirkung aber ist unbegreiflich geblieben.

Das System Copernik's wird immer kräftiger, die Himmelskörper müssen nach den gebrachten Gesetzen um den fixen Mittelpunct der Sonne in geschlossenen Ellipsen kreisen, denn die Rechnungen stimmen mit den Beobachtungen vollkommen überein. Hieraus folgt jedoch nicht, dass man die beobachteten Phänomene versteht, sondern es folgt, dass man mit den Ziffern umzugehen weiss.

So steht es heute mit der erklärenden Wissenschaft, mit der astronomischen Theorie, und wenn der Leser in den Büchern findet, wie Einer dem Anderen nachsagt, wie Copernik sagte, *dass* sich die Planeten um die Sonne bewegen; Kepler erklärte, *wie* sie sich bewegen, und Newton bewies, *warum* sie sich bewegen? so kann

sich der Leser die allgemeine und feste Ueberzeugung *aller* Astronomen ganz lebhaft vorstellen und sich erinnern: „Selig sind die Gläubigen“ etc.

[35.] So lange man nach Belieben die Sonne festmachen und dann wieder laufen lassen kann, ist die Schwankung der Begriffe natürlich, hat aber die Sonne selbst sich erklärt, dass sie nicht stille stehen, nicht ruhend bleiben will, so sollte man glauben, dass jene Oscillationen dadurch eingestellt sind. Ganz und gar nicht, die Astronomen sind einstimmig der festesten Ueberzeugung, des unerschütterlichsten Glaubens, dass die Planeten- und Mondesbahnen in sich selbst zurückkehrende, also geschlossene Ellipsen sind, und eben so in einer Ebene liegen, wie ein Kreis oder eine Ellipse auf dem Papier, dass die Weltkörper in ihren Bahnen ebenso wie die Wagen in den auf der Erdoberfläche angelegten Strassen fortrollen; es wird gelehrt, dass sie in ihrer unveränderlichen Bahn circuliren und stets zu demselben Puncte des Himmels wieder zurückkehren, von welchem sie ausgegangen sind; die elliptischen Bahnen sind über jeden Zweifel erhaben.

Bemerken wir, dass durch die Aufstellung von ebenen geschlossenen Curven der fixe Mittelpunct als eine unerlässliche Bedingung gegeben ist, dass folglich schon durch dieses Factum die Sonnenbewegung von den Astronomen verläugnet wird.

Eine der unausweichlichen Folgen der Sonnenbewegung ist aber die Versetzung des Systems im Raume, d. h. der beständige Ortwechsel der Himmelskörper; begreift man dies, so muss man auch erkennen, dass es in dem von der Theorie aufgestellten Sinne weder Bahnen noch Umlaufszeiten gibt.

Die zum Sonnensysteme gehörigen Körper setzen ihren Weg in der Richtung der Sonnenbewegung in das Unendliche fort, und obwohl sie den Weg hindurch circuliren, so kehren sie doch nie mehr auf die von ihnen einmal schon eingenommene Stelle zurück, von einer Bahn oder gar von einer geschlossenen ist somit keine Rede. Dass diese Körper, während sie die Räume durchfliegen, irgend eine Figur beschreiben, deren Form und Dimensionen durch die Bewegung projicirt erscheinen, ist an sich verständlich. Wenn wir nun den Weg, den Lauf, die Angularbewegung oder die projicirte Figur die Bahn eines Weltkörpers nennen, so haben wir nur einen schon gebräuchlichen Ausdruck beibehalten, dessen Bedeutung nun präcisirt ist.

Die Bewegung geht ohne Unterbrechung vor sich. Eine Umlaufszeit ist nach den heutigen Begriffen eine vollendete Revolution in der geschlossenen Bahn, sie setzt somit eine bestimmte Quantität der Zeit voraus, welche ablauft, um dann mit einer neuen Revolution wieder anzufangen. Wo aber weder Anfang

Digitized by Google

noch Ende ist, sondern nur eine ununterbrochene Fortdauer, da kann man von einer bestimmten Umlaufszeit nicht sprechen. Hat die Beobachtung erkannt, dass die periodische Wiederkehr einer Coincidenz constant ist, so mag man diese immerhin als eine Revolutivperiode betrachten, ja man kann den während dieser Periode durchgelaufenen Linearraum mit 360^0 gleichstellen, da die Bewegung der Himmelskörper offenbar eine kreisförmige Circulation verräth. Man kann aber nicht verschiedene Coincidenzen desselben Körpers mit anderen Himmelsobjecten oder Puncten ebenso viele Umlaufszeiten oder Revolutionen nennen, und es ist deutlich, dass die gut constatirte Periode eines dem Systeme zugehörigen Weltkörpers sich nur auf eine Coincidenz mit der Sonne beziehen könne. Diese Thatsache ist von der Astronomie zu allen Zeiten erkannt worden, und handelt es sich um die Zeitbestimmung, so kann die practische Wissenschaft keine anderen Perioden anwenden, als jene, welche sich direct auf die Sonne beziehen.

Wenn demnach die Theorie trotz der unläugbaren Sonnenbewegung bei dem Systeme von Copernik fest verbleibt, so kann dieses nur zwei Ursachen haben; welche von beiden stärker ist, kann man nicht bestimmt sagen. Entweder ist die Theorie der unabänderlichen Meinung, dass ihre Schlüsse und Sätze die lautere Wahrheit selbst sind, oder sie hat einen entschiedenen Widerwillen, aus der geschlossenen Wissenschaft herauszutreten und sich auf das Studium der Erscheinungen zu verlegen. Es sei ferne von uns, Jemanden, der seine Autoren auswendig weiss und citirt, zuzumuthen, dass er zum a, b, c zurückkehre; wir können aber voraussetzen, dass die astronomischen Schlüsse und Sätze aus gut beobachteten und wohl verstandenen Phänomenen abgeleitet sind. Ob dies mit den ersten Fundamenten, welche zum Bau des Systems von Copernik gedient haben, der Fall ist, wollen wir näher betrachten?

[36.] Ein Beobachter am Aequator ist mit den nöthigen Instrumenten versehen. Setzen wir ihn in die Epoche Hipparch's; es gibt kein System, man beobachtet die Himmelserscheinungen so, wie sie sich zeigen. Der Astronom hat seine Uhr, welche die natürliche Zeiteinheit, die Dauer des Sonnentages von 24 Stunden angibt; er kennt die Jahresdauer, beobachtet die Meridiandurchgänge, die Angularbewegung, die Coincidenzen der Himmelspuncte — Weltkörper genannt — misst Winkelabstände und berechnet demnach die Zeit, die Bewegung und den Raum. So war immer und ist die Astronomie noch, so wird sie immer sein, unabhängig von jedem — ohnehin ephemeren — System, sich einzig und allein an die Manifestationen des Himmels haltend.

Aus den Meridianbeobachtungen geht die eine Thatsache hervor, dass jeder Punct des Himmels während zwei aufeinander folgenden Durchgängen einen Kreis von 360^0 beschreibt — mit Ausnahme der beiden Polpuncte.

Beschränkt sich der Beobachter einstweilen auf die vergleichende Beobachtung des Sternhimmels, der Sonne und des Mondes, und abstrahirt von den Variationen des Mittags, so setzt er eine gleichförmige, die mittlere Bewegung voraus.

Der ganze Himmel mit seinem Gesammtinhalte dreht sich in einer Richtung, welche von Ost nach West genannt ist. Die Drehung ist constant, sie geht ununterbrochen vor sich, als würde sich die Sternsphäre auf zwei fixen Puncten, Pole genannt, bewegen.

Sonne, Mond und ein Stern sind eines Tages zugleich in dem Meridian und die Uhr zeigt Null. Den nächstfolgenden Tag erscheint zuerst der Stern in dem Kreuzfaden des Instrumentes, und die Uhr zeigt $23^h\ 56'\ 4''\ 09$, darauf kommt die Sonne, es ist 24 Uhr; als der Mond eintritt, zeigt die Uhr $48'\ 45''\ 8$.

Den darauf folgenden Tag erscheint der Stern um $23^h\ 52'\ 1''\ 19$, die Sonne um 0 Uhr und der Mond um $1^h\ 37'\ 31''\ 6$ in dem Meridian, und so geht es täglich fort; der Stern kommt jeden Tag um $3'\ 55''\ 91$ früher, der Mond um $48'\ 45''\ 8$ später als die Sonne, die regelmässig mit 0 oder 24 Uhr in den Meridian tritt.

Die drei Himmelskörper bewegen sich somit mit verschiedener Geschwindigkeit, deren Verhältniss, jene der Sonne als Einheit genommen, für den Stern = 1·002738 und für den Mond = 0·08085 ist. Wird die Geschwindigkeit des Mondes als Einheit genommen, so ist jene der Sonne = 12·3683 und jene des Sternes = 13·3683; man kann somit leicht finden, nach welcher Zeit sie sich wieder begegnen werden, indem sie in concentrischen Kreisen und in derselben Richtung sich bewegen. Indem der Mondeswinkelabstand vom Stern täglich um die Zeit von $52'\ 42''\ 33$ zunimmt, so werden die den Kreis repräsentirenden 24 Stunden in 27·32 Tagen voll und der Mond coincidirt mit dem Sterne; ebenso gibt der täglich wachsende Abstand zwischen Mond und Sonne die Coincidenzperiode dieser zwei Körper von 29·53 Tagen. Um den Mond einzuholen, musste demnach der Stern in 27·3 und die Sonne in 29·53 Tagen einen Kreis mehr als der Mond beschreiben, also während dieser Zeit um einmal mehr als der Mond in den Meridian kommen.

Soll endlich der Stern die Sonne einholen, so muss er $24^h : 3'\ 55''\ 91 = 366{\cdot}2422$ Kreise beschreiben, folglich das Jahr hindurch einmal mehr als die Sonne in dem Meridiane erscheinen.

Die Anzahl der Meridiandurchgänge ist demnach während des Jahres: Stern 366·2422, Sonne 365·2422, Mond 352·874.

Ferner beschreibt die Sonne in 24 Stunden 360^0, der Stern $360^0 + 59' 8'' 33$ und der Mond $360^0 - 12^0 191 = 347^0 48' 33'' 3$.

Wenn demnach am zweiten Tag die Sonne im Meridian ist, so steht der Stern von ihr $59' 8''33$ westlich, und der Mond $12^0 11' 26''7$ östlich entfernt. Stern und Mond befinden sich in einem Winkelabstand von $13^0 10' 35''03$. Da nun diese Abstände täglich um dieselbe Quantität zunehmen, so folgt dass, indem $360^0 : 12^0 1907 = 29{\cdot}53$ ist, der Mond nach 29·53 Tagen mit der Sonne coincidirt, mit dem Stern aber in $360^0 : 13{\cdot}176 = 27{\cdot}32$ Tagen. In gleicher Weise coincidirt die Sonne mit dem Stern in $360^0 : 59' 8''33 = 365{\cdot}2422$ Tagen.

Es ist somit durch die Beobachtung constatirt und in allen Ephemeriden aufgeführt, dass der Mond während 29·53 Tage 28·53mal, also das Jahr hindurch 12·802mal weniger als die Sonne in den Meridian kommt und im Mittel um 50'407 retardirt.

Nach der siderischen Revolution käme der Mond in 27·3216 Tagen 26·3216mal, also im Jahre 13·874mal weniger, und im Mittel mit einer täglichen Verspätung von 54'709 in den Meridian. Der Mond hätte demnach während des Jahres — nach der Sideralrevolution — nur 351·87 Meridiandurchgänge.

Da nun dieser Umstand keinem practischen Astronomen unbekannt sein kann, so geht daraus hervor, dass die Theorie die siderische Revolution des Mondes „um die Erde" sich — sehr gut eingebildet hat.

[37.] Schliesst man aus dem beobachteten Phänomen, dass der Mond eine wirkliche Bewegung von Westen nach Osten hat, so muss man auch schliessen, dass der Stern eine Bewegung von Osten nach Westen hat, denn die Sonne bewegt sich weder gegen Westen noch gegen Osten, sie kommt täglich um dieselbe Zeit in den Meridian. In der That besteht das Phänomen darin, dass mit dem jedesmaligen Erscheinen der Sonne in dem Meridian der Stern mit seinem Tagbogen weiter westlich, der Mond aber stets weiter östlich absteht. So z. B. wird nach 10 Tagen der Stern 10mal $59' 8''33$ westlich, der Mond 10mal $12^0 19$ östlich von der Sonne abstehen.

Nach dieser Anschauung bewegen sich Stern und Mond in conträrem Sinne, indem sie sich von einander entfernen gehen sie einander entgegen und werden sich begegnen, wenn sie vereint in Summe 360^0 beschrieben haben. Indem das Verhältniss ihrer Geschwindigkeit wie 1 zu 13·3683 oder wie $59' 8''33$ zu $12^0 11' 26''7$ ist, so werden sie coincidiren, wenn der Mond $333^0 0715$ und der Stern $26^0 9285$ zurückgelegt, d. h. in 27·3216 Tagen zusammen 360^0 beschrieben haben. Nach dieser Betrachtung kann man folgern: wenn der Mond um die Erde kreiset, so muss er „um die

Digitized by Google

Erde“ 360° beschreiben; da er in 27·32 Tagen, um mit dem Stern zu coincidiren, nur 333°07 beschreibt, so kann seine Revolutionsdauer um die Erde nicht seine siderische Periode, sondern nothwendigerweise die synodische sein, indem er, um den fehlenden Bogen von 26°93 zu beschreiben, noch 2·209 Tage braucht.

Es hat sich auf diese Art die Umlaufszeit des Mondes herausgestellt, welche dem Beschreiben von 360° entspricht, ohne dass wir noch wissen, ob die Erde sich bewegt oder nicht.

Bewegt sich der Stern gegen Westen und die Sonne bleibt auf ihrer Stelle, so hat jener während des Jahres einen Kreis von 360° beschrieben.

Wir sind zu jener Fundamentalfrage gelangt, von welcher die übrigen abhängen und welche die ersten Begriffe über Bewegung begründete. Die Frage nämlich: „Kommt der Stern früher oder die Sonne später in den Meridian?“ ist identisch mit der Frage, „bewegen sich die Sterne gegen Westen, oder bewegt sich die Sonne gegen Osten?“

Zu sagen, dass die Sterne nach ihrer Zeit, nach ihrer Uhr regelmässig in den Meridian kommen, die Sonne aber retardirt: hat keinen Sinn, denn so gut wie man sich einen Sterntag gemacht hat, kann man einen Mondestag, eine Mondeszeit und Mondesuhr aufstellen und $24^h + 50'$ z. B. die Einheit von 24 Stunden nennen, so wie man für einen jeden Weltkörper seine eigene Uhr machen kann, nach welcher derselbe regelmässig in den Meridian kommt. Nimmt man z. B. den Mondestag als Zeiteinheit an, so ist die Jahresdauer mit 352·874 solcher Tage ausgedrückt; man hat die unabänderliche Zeit mit andern Ziffern bezeichnet, ohne die Verhältnisse zwischen den Bewegungen geändert zu haben. Die irdische Zeiteinheit ist zwischen der Erde und der Sonne abgemacht, weder der Mond noch die Sterne haben damit etwas gemein; es handelt sich aber hier um distincte Phänomene, aus welchen Schlüsse gezogen werden können, wenn man sie rationell aufgefasst hat.

Aus der ununterbrochenen „Wälzung“ der Himmelssphäre und ihres Inhaltes folgt der Begriff der Axendrehung der Erde; das Argument, „das Weltall kann sich nicht um die Erde drehen,“ ist so stark, dass sie durch jedes andere nur geschwächt werden kann; betrachtet man, dass die Sterne sich in Parallelkreisen bewegen, welche den Erdparallelen entsprechen, so wird es deutlich, dass die Drehung der Erde von Westen gegen Osten vorgeht, und sie bedarf keines weiteren Beweises. Da ihrer regelmässigen Culmination wegen die Sonne als Richtpunct dienen kann, nicht aber die Sterne, die stets ihre Lage gegen die Erde ändern, so wird die Sonne die Dauer der Rotation entscheiden. Dass ein Punct der

Digitized by Google

Erdoberfläche — der Beobachter mit seinem Meridian — während einer Umdrehung 360° zu beschreiben hat, ist wohl selbstverständlich. Die vergleichenden Beobachtungen liefern den Beweis, dass die Sonne allein den Kreis von 360° in 24 Stunden beschreibt, woraus man (ohne sein Urtheil einer Blösse auszusetzen) einfach erkennen kann, dass die Rotationsdauer der Sonnentag von 24 Stunden ist.

Wir sehen, dass die Frage der Rotation und ihrer Dauer kein Gegenstand der Investigation, sondern dass ihre Auflösung durch die Phänomene selbst gegeben ist.

Auf dieselbe Weise ergibt sich aus den Phänomenen, dass die Erde nebst ihrer Rotation noch eine andere Bewegung haben müsse, welche periodische Coincidenzen hervorbringt, deren eine sowohl durch die Sterne als auch durch die Sonne angegeben ist; die Dauer des Erdjahres zu allen Zeiten gekannt, wird durch die Coincidenz der Sonne mit dem Erdäquator bestimmt. Wenn nun über die Translation der Erde kein Zweifel stattfinden kann, wenn es auch allen Anschein hat, dass sie gleichfalls eine kreisende, eine circulirende Bewegung ist, so kann man hieraus noch nicht auf die Grösse, Figur und Lage ihrer Bahn schliessen, denn alles dieses muss aus den Phänomenen selbst hervorgehen; hat man diese irrig ausgelegt, so kann man die reelle Erdbewegung nicht mehr herausfinden.

[38.] Was man die jährliche Bewegung der Sonne und des Sternhimmels nennt ist eine scheinbare und definitiv, die projicirte Erdbewegung. Dadurch, dass man ausgesprochen hat „die Sonne bewegt sich von West nach Ost und beschreibt während des Jahres einen Himmelskreis," hat man das Schicksal des Systems von Copernik und der Gesammttheorie der Bewegung zugleich entschieden. Aus diesem Satze entfliessen alle jene falschen Suppositionen, welche man unausweichlich machen musste, um denselben durchzuführen, ihn aufrecht zu erhalten.

Der Satz aber ist kein aus den Phänomenen gezogener Schluss, wir begegnen darin einer jener willkürlichen Entscheidungen, welche die Theorie zu machen sich oft erlaubt. Entweder bewegt sich der Sternhimmel von Ost nach West und beschreibt einen jährlichen Kreis, oder es ist die Sonne, die in conträrer Richtung diesen Kreis beschreibt; beides zugleich kann nicht stattfinden, oder man müsste die Bewegung beider theilen, in welchem Falle die Sonne und die Himmelssphäre, jede für sich während des Jahres einen halben Kreis beschreibt. Eine der Bewegungen kann somit selbst scheinbar nicht vorgehen.

Dreht sich die Himmelssphäre einmal im Jahre und die Sonne bleibt in der Gegenwart der Erde — was in der That der

Fall ist — so ist es natürlich, dass sie sich „zwischen den Sternen versetzt und verschiedene Constellationen durchwandert;“ es ist natürlich, dass ihre tägliche Projection — auf das Papier verzeichnet — einen Jahreskreis „um den Himmel“ gibt.

Das Phänomen der jährlichen Umdrehung der Himmelssphäre aber ist so deutlich, so klar, dass dadurch die Astronomie selbst verdunkelt wird: d. h. Jederman kann es wahrnehmen, ohne zu wissen, dass eine Sternkunde existirt. Wie die Sterne täglich um nahe vier Minuten früher aufsteigen oder in den Meridian kommen, und somit alle Sterne von Null bis 24 Stunden ihrer Rectascension während des Jahres denselben passiren, so steigen diese Sterne nach und nach alle über den Horizont eines Erdensohnes herauf, wenn der Beobachter nämlich nicht zu nahe dem Pole wohnt, bis mit dem Ende des Jahres der ganze Himmel heraufgestiegen ist.

Dies kann man von der Sonne nicht sagen, denn sie kommt täglich um dieselbe Zeit in den Meridian und scheint in Bezug auf den von ihr eingenommenen Raum unverändert an ihrem Platz zu verbleiben. Der aufmerksame Beobachter dieses Phänomens der jährlichen Bewegung kann nun sagen, „der Sternhimmel scheint während des Jahres einen Kreis um die Erde zu beschreiben.“ Er kann aber durchaus nicht sagen, „die Sonne scheint sich in einem Jahreskreis um die Erde zu bewegen.“ Will man nun aus dem Phänomen einen rationellen Schluss ziehen, so muss man sagen, „die Erde hat eine jährliche Bewegung, welche die scheinbare Umdrehung der Sternensphäre hervorbringt, sich aber auf die Sonne nicht bezieht.

Wir sehen, dass, wenn der Himmel sich umdreht, der Sonnenkreis supprimirt ist; und umgekehrt, beschreibt die Sonne einen Jahreskreis, so bleibt die Himmelssphäre unbeweglich und das erwähnte grosse Phänomen findet nicht statt.

Die Sonne *zeigt* auf eine jährliche Bewegung der Erde durch ihre bekannten Phänomene; sie bewegt sich scheinbar von Ost nach West und von West nach Ost abwechselnd und periodisch in kleinen Abständen, aber eine Kreisbewegung von West nach Ost ist an ihr nicht zu entdecken.

Nebstdem, dass man auf diese Art der Sonne fälschlich eine jährliche Circulationsbewegung von West nach Ost zugeschrieben, hat man diese mit ihren beiden scheinbaren Bewegungen, mit den Variationen des Mittags nämlich und mit ihrer Declination vermengt, und auf diese Art eine veränderliche Bewegung hervorgebracht; woraus deutlich hervorgeht, dass das Phänomen der jährlichen Himmelsbewegung nicht einfach auf die Sonne übertragen wird. Diese scheinbare Bewegung, folglich auch jene wirkliche Erdbewegung, welche sie erzeugt, ist eine gleichförmige. Die Theorie ist

Digitized by Google

somit im Irrthum, wenn sie der Erde variable Geschwindigkeiten zumuthet. Nebstdem geht aus diesem Phänomen hervor, dass die Translationsbewegung der Erde in der Richtung der Rotation, also genau in der Ebene des Erdäquators vorgeht.

Aus der Entscheidung, nach welcher die Sonne einen Himmelskreis beschreibt, folgt alsogleich die erstaunliche Supposition, dass „ihre Circulation um die Erde vorgeht." Wenn die Sonne sich in gleicher Richtung mit der Erde bewegt und von West nach Ost einen Jahreskreis beschreibt, so circulirt keine der beiden „um die andere." Aus diesem Umstande hätte man schon schliessen können, dass die Sonne stets in der Gegenwart der Erde verbleibt.

Nun folgen die übrigen Schlüsse; der von der Sonne beschriebene Kreis ist ein geschlossener, woraus dann die gleichfalls geschlossene Erdbahn hervorgeht. Würde auch ein solcher Sonnenkreis wirklich durch die Erdbewegung projicirt sein, was nicht der Fall ist, so könnte man aus der Projection allein noch nicht schliessen, dass die von der Erde beschriebene Figur ein Kreis ist; wir können aber sagen, dass selbst dieser der Sonne zugemuthete Kreis, der sich später als eine Ellipse präsentirt, kein geschlossener ist.

Der eingebildete Sonnenkreis verwandelt sich dadurch in die eingebildete Ecliptik, dass man demselben die Declination der Sonne — während des Jahres — hinzufügt, woraus wieder die Neigung der Sonnenbahn gegen den Himmelsäquator entsteht. Aus der Entdeckung, dass die Sonne in der Ecliptik sich mit variabler Geschwindigkeit bewegt, und dass ihr scheinbarer Durchmesser gleichfalls variabel ist, hat man sehr geistreich geschlossen, dass sie weder einen ordinären, noch einen excentrischen Kreis beschreibt, sondern sich in einer Ellipse bewegt, deren einen Brennpunct die Erde einnimmt. Ist die Ellipse glücklich entdeckt, so folgt die Perigée und die Apogée von selbst, und die Sonne ist der Erde am nächsten im Winter und am fernsten im Sommer, und daher bewegt sie sich am schnellsten im Winter und am langsamsten im Sommer etc.

Plötzlich wird die Sonnenbahn, die Ecliptik, zur Würde eines grossen Himmelskreises erhoben, ohne dass ihre Verdienste oder Rechte dazu nachgewiesen sind. Ihre Ebene schneidet die Ebene des anderen grossen — aber legitimen — Himmelskreises, des Aequators durch; sie ist eben so gross wie dieser, sie hat ihre Axen, Pole und Parallelkreise genau so wie der Aequator, und es wird in den Büchern gelehrt, dass sie ein zweites Coordinatensystem für die Astronomen gibt. Die Theorie scheint hier vergessen zu haben, dass die Ecliptik eine Ellipse ist, woraus folgt, dass alle ihre Parallelkreise Parallelellipsen sind; es folgt, dass sie mit zwei Doppelpolen versehen ist, welche ihren beiden Brennpuncten ent-

sprechen. Durch diese Einrichtung wird der Himmel mit drei Weltaxen und sechs Weltpolen versehen; da aber die Theorie der Ecliptik nur eine Axe und nur zwei Pole attribuirt, so muss die Ecliptik ein Kreis sein, und der Himmel hat nur vier Pole und zwei Weltaxen, deren eine zum täglichen und jährlichen Gebrauche, die andere zu verschiedenen Zwecken verwendet wird. Die Himmelssphäre dreht sich täglich und einmal jährlich auf ihrer gewöhnlichen Weltaxe, um aber extraordinäre Phänomene zu erzeugen, wie jene der Präcession, der Aberration und der Nutation sind, dazu gehört auch eine extraordinäre Axe und ausserordentliche Pole, deren nähere Bekanntschaft wir machen werden.

Um der grossartigen Idee der Theorie zu folgen, um das zweite Coordinatensystem begreifen zu können, muss man sich vorstellen, dass die Himmelssphäre sich gleichzeitig auf zwei Axen dreht, Axen, die $23^0\ 27'$ von einander abstehen. Dies ist nun etwas schwer zu begreifen, aber nicht schwerer als die Neigung des Erdäquators zur Ebene der Erdbahn. Die Sterne beschreiben somit täglich ihre gewohnten Parallelkreise auf der Axe des Aequators, ihre Parallelellipsen auf der grossen Axe der Ecliptikellipse. So z. B. hat der Polarstern (nördlicher) um den Nordpol des Aequators täglich einen kleinen Kreis zu beschreiben, dessen Durchmesser bei $2^0\ 50'$ ist: um den Nordpol der Ecliptik aber muss er täglich eine Ellipse beschreiben, deren grosse Axe nahe 50 Grade hat. Eben so müssen die Sterne, die sich an dem Pole der Ecliptik befinden, nebst ihren Ellipsen um ihren Pol auch noch Kreise um den Aequatorspol beschreiben etc. Zu bemerken ist jedoch, dass diese Doppelbewegung der Sterne, und insbesondere jene um die eclipticale Weltaxe ganz im Geheimen vorgeht, denn noch hat kein Beobachter eine Spur davon entdecken können.

Himmelsäquator und Himmelsecliptik sind zwei himmlische Heerstrassen geworden, in welchen die Sonne „ad libitum“ ihre Reise unternehmen kann. Würde die Sonne keine Declination haben — sagt die Theorie — so könnte sie sich in der Ecliptik nicht bewegen, sie müsste im Aequator bleiben; würde die Ecliptik zum Aequator nicht geneigt sein, so könnte die Sonne keine Declination haben. Was ist nun die Sonnendeclination? Die Neigung der Ecliptik zum Aequator. Was ist die Schiefe der Ecliptik? Die Sonnendeclination. Was ist die Neigung der Ecliptik? Die Neigung des Erdäquators zur Ebene der Ecliptik. So geht es mit der Explication fort, und es heisst ferner: „Würde es keine Variationen des Mittags geben, so würde sich die Sonne gleichförmig bewegen; die Ecliptik aber ist eine Ellipse, folglich kann die Sonne in ihrer Bahn sich nicht gleichförmig bewegen; würde sie sich in einem Kreise bewegen, welcher zum Aequator geneigt ist, so

Digitized by Google

könnte sie sich noch immer nicht gleichförmig bewegen, woraus dann deutlich wird, dass die Sonne ohne die Variationen des Mittags sich in dem Aequator bewegen würde.“ Hieraus folgt aber unmittelbar, dass die Ecliptik und ihre Schiefe von den Variationen des Mittags hervorgebracht sind. Wodurch entstehen also die Variationen des Mittags? Durch die Schiefe der Ecliptik und durch die Declination der Sonne etc.

Dies ist die astronomisch-philosophische Legende über die Sonnenbahn und ihre jährliche Bewegung; bewegt sich aber die Sonne nicht von West nach Ost, was in der That der Fall ist, so verpuppt sich die Legende in ein langweiliges Märchen.

[39.] Ist es auf diese Art gelungen, die scheinbare Bewegung der Sonne „um die Erde“ zu componiren, so ist die wirkliche Bewegung der Erde „um die Sonne“ gleichfalls fertig gemacht, denn man hat nichts anderes zu thun — wie dies auch Laplace angibt — als die fixe Erde laufen zu lassen und an ihre Stelle — in dem gewissen Brennpuncte der Ellipse — die Sonne fest zu machen. Diese Operation hat Copernik vollbracht. Perigée und Apogée werden zu Perihel und Aphel, die Erde lauft in der nämlichen Ecliptik im Winter schnell, im Sommer langsam etc., mit einem Worte, die elliptische Sonnenbahn, die Ecliptik, verwandelt sich in die Erdbahn, woraus folgt, dass gegenwärtig die Erde sich in einem grossen Himmelskreise um die Sonne bewegt.

Nun soll die Erdbewegung die bekannten Phänomene der scheinbaren Sonnenbewegung erzeugen; in der Nachahmung ein Neuling, muss aber die Erde eine Instruction erhalten, wie sie sich zu benehmen hat, um ihren Weg in der Ecliptik mit Ehren zu verfolgen, und die Theorie argumentirt folgends:

Die Ecliptik ist zum Aequator 23^0 5 geneigt. Die Rotation der Erde geht offenbar in der Ebene des Aequators vor, denn dieser coincidirt mit dem Erdäquator, sowie die Weltpole mit den Erdpolen coincidiren; würde nun die Translation in dem Sinne der Rotation vorgehen, so gäbe es keine Ecliptik, oder mit anderen Worten, die Erde könnte sich in der Ecliptik nicht bewegen, sie müsste in den grossen Himmelskreis des Aequators treten, und dort um die Sonne circuliren; will somit die Erde die geneigte Kreisellipse durchwandern, so muss ihre Translation eine andere Richtung erhalten. Da nun die Erdaxe mit der Weltaxe stets parallel verbleiben muss, so hat man nur zu veranstalten, dass der Erdäquator zur Ebene der Ecliptik, welche nun die Erdbahn ist, 23^0 5 geneigt sei, was leicht zu bewerkstelligen ist, da die Ecliptik selbst gegen den Himmelsäquator unter diesem Winkel geneigt ist.

Der Erdäquator kann demnach — so beweiset die Analyse — nie in die Bahnebene fallen, nie in die Bahnlinie kommen, denn

würde er mit dieser coincidiren, so würde sich die Ecliptik alsogleich in den Aequator verwandeln, die Sonne hätte keine Declination, und es gäbe keine Jahreszeiten mehr. Alles, was der Erdäquator thun kann ist, dass er sich bis drei Grade mehr oder weniger als 23^0 5 der Ecliptikebene zuneigen oder sich von ihr wegneigen kann, und zwar in sehr langen, wiederkehrenden Perioden.

Bewegt sich die Erde so, dass in der Bahnlinie beständig derselbe Punct ihrer Oberfläche voraus ist, so sind weder der Parallelismus ihrer Axe, noch die Jahreszeiten sichergestellt; die Erdsphäre muss sich somit, um nach und nach andere Puncte in die Bahnlinie zu bringen, stets drehen, d. h. sie muss in der einen Hälfte ihrer elliptisch geschlossenen Bahn rücklings gehen. Um endlich die Variationen des Mittags zu erzeugen, hat die Erde sich in der Ecliptik mit variabler Geschwindigkeit zu bewegen.

Nachdem die Theorie alle diese monströsen, widernatürlichen Dinge sich eingebildet hat, glaubt sie alle Phänomene ganz einfach und sehr leicht erklärt zu haben, woraus dann die Unfehlbarkeit des Systems hervorgehen soll. Betrachtet man aber das Wunderwerk der Theorie näher, so zerplatzt es wie eine — Seifenblase.

Selbst der Schöpfer dieses Systems, Copernik, zweifelte daran, dass die Erde sich in der Ecliptik bewegt; er sagt: Ist die Ecliptik 23^0 5 zum Aequator geneigt, so müssen die Sterne während des Umlaufes der Erde ihre Stellungen am Firmamente im Verhältnisse dieser Neigung verändern; da nun die Beobachtung von einer solchen jährlichen Ortsversetzung der Sterne nichts weiss, so ist diese Art der jährlichen Erdbewegung problematisch. Die Nachfolger Copernik's haben seine Zweifel dadurch gehoben, dass sie — wie er dies auch selbst angenommen hat — die Entfernung der Fixsterne für so gross halten, dass die Dimensionen der Erdbahn dagegen verschwindend sind; aber zu beweisen, dass diese elliptische Eclipticalbahn wirklich existirt, war der Neuzeit vorbehalten, was durch die Bestimmung der Parallaxe der Fixsterne vollkommen gelungen ist.

Wir haben hier nur zwei Umstände zu bemerken. Ist die Ecliptik zu einem Puncte geschmolzen, ist weder ihre Grösse noch ihre Neigung an dem Himmel wahrzunehmen, so fragt es sich: wie kommt der grosse Himmelskreis mit seiner Weltaxe und seinen Weltpolen zum Vorschein? Ist die Ecliptik wahrnehmbar auf das Firmament mit einer Neigung von 23^0 5 zum Aequator projicirt, so ist sie nicht zusammengeschmolzen; ist aber keine solche Projection wahrnehmbar, so existirt die Ecliptik nicht. Die Parallaxe der Fixsterne hat mit der Schiefe der Ecliptik nichts gemein, sie bezieht sich auf den Durchmesser der Erdbahn, welche immer und wo sie immer ist; dass aber die wirkliche Erdbewegung selbst,

Digitized by Google

welche sich in der That auf das Firmament projicirt, ihrerseits mit der gesuchten Parallaxe nichts zu schaffen hat, das werden wir an seinem Orte sehen.

So viel geht aus dem theoretischen „Durcheinander" hervor, dass die Erde nicht in dem grossen Himmelskreise, sondern in einem sehr kleinen Raume sich bewegt, und dass die Figur und Grösse ihrer Bahn unbekannt sind.

Dadurch, dass sie den Erdäquator zur Bahnebene geneigt hat, ist es der Theorie gelungen, die Phänomene der Erdbeleuchtung — welche sie nie studiert hat — ganz unverständlich zu machen. Die stufenmässige Zu- und Abnahme der Tageslängen auf den verschiedenen Breitengraden der Erde geht gänzlich verloren, und das Phänomen der Nachtgleichen findet gar nicht statt. In der That, ist der Erdäquator in allen Puncten der Bahn zur Ebene derselben stets gleich geneigt, so ist er es auch gegen die Sonne, denn diese soll sich ja in der Ebene der Ecliptik befinden. Hieraus folgt aber, dass der Erdäquator nie mit dem Mittelpuncte der Sonne coincidirt, und somit Tag und Nacht — wie man zu sagen pflegt — „auf der ganzen Erde" nie gleich werden. Dass durch die theoretische Erdbewegung die Sonnendeclination und die Variationen des Mittags nicht erzeugt werden, ist an sich klar.

Dadurch, dass die scharfsinnige Theorie die Erde rücklings gehen macht, hat sie die Sternzeit in mittlere Zeit verwandelt; die Sterne kommen jede 24 Stunden, die Sonne täglich nahe um 4 Minuten später in den Meridian.

Die jährliche Bewegung der Erde geht mit variablen Geschwindigkeiten vor; nun hätte die Theorie zu erklären wie das kommt, dass die Erde zugleich sich mit einer gleichförmigen Geschwindigkeit bewegt? Dies müsste ja sehr leicht sein. In Bezug auf den Sternhimmel ist ihre Bewegung eine gleichförmige, in Bezug auf die Sonne eine veränderliche. Anstatt aber die leichte Erklärung zu geben, findet es die Theorie zweckmässiger, die jährliche Bewegung der Erde in Bezug auf den Himmel zu supprimiren, und dieses vollbringt sie mit der Geschicklichkeit eines Taschenspielers, sie entscheidet: „die Rotationsdauer ist der Sterntag." Auf diese Art beschreibt die Erde keinen Jahreskreis, ihr grosser Himmelskreis ist gegen *eine* Rotation escamotirt.

So macht und explicirt die Theorie die Himmelsphänomene, wir aber kehren zum Studium der beobachteten Erscheinungen zurück.

[40.] Stellen wir uns vor, die Erde hat ausser ihrer Rotation keine andere Bewegung, dies ist als hätten wir uns vorgestellt, die Erde folgt einfach der Sonne ohne eine eigene Circulationsbewegung zu haben.

Digitized by Google

Es ist die Crystallsphäre mit den an sie gehefteten Sternen und der Sonne, die sich auf ihren Angeln wie ein Stück beständig dreht. In der Wirklichkeit ist es der Meridian des Beobachters, der sich umwälzt, damit nach und nach alle Puncte des Himmels denselben passiren können.

Der Punct der Erdoberfläche, mit welchem die Bewegung und die Beobachtung beginnt, ist eigentlich der Durchschnittspunct des Kreuzfadens im Ocular des Passageninstrumentes; ist z. B. durch den Kreuzfaden der Sonnenmittelpunct durchgeschnitten, so culminirt die Sonne, eben so ist ein Stern im Meridian, wenn er in dem erwähnten Durchschnittspunct erscheint.

Setzen wir voraus, dass die Rotation in dem Augenblicke anfängt, als die Sonne im Zenith culminirt und die Uhr Null zeigt. Die Sonne im Frühlingspunct, Jahres- und Tagesanfang in demselben Moment, ist ein Fall, der für unseren Beoabachter sich beiläufig in 26000 Jahren wieder ereignen kann. Er wählt sich einen Vergleichsstern im Aequator, dessen Winkelabstand von der Sonne er genau kennt. Wir wissen, dass die Rotation keinen anderen Effect hervorbringt als die scheinbare tägliche Bewegung der Himmelssphäre mit ihrem Gesammtinhalte, d. h. die Eigenbewegung der Weltkörper wird durch die Rotation nicht afficirt, nicht verändert. Hätte somit die Erde keine Translation oder vielmehr keine kreisende Bewegung, so würden sich die Eigenbewegungen der Himmelskörper in ihrer Einfachheit zeigen, jede noch so kleine Veränderung in der relativen Stellung der Himmelspuncte würde wahrnehmbar sein und man könnte die Lage der Sonne in Bezug auf den gestirnten Himmel angeben.

Die Sonne hat für den Beobachter weder eine Declination noch Variationen des Mittags, sie ist die dritte fingirte Sonne der Theorie, sie bewegt sich im Aequator und wenn sie in den Meridian tritt ist mittlerer Mittag. Von der Ecliptik entdeckt der Beobachter keine Spur.

Sonne und Sterne kommen regelmässig zu derselben Uhrzeit in den Meridian; die Dauer zwischen zwei Durchgängen ist für die Sonne sowohl als für die Sterne dieselbe. Es gibt somit nur eine Zeiteinheit, eine Gattung von Zeit, ob man sie mittlere oder wahre Zeit, Sonnen- oder Sterntag nennt, gleichviel, sie ist die Dauer einer Axendrehung der Erde.

Der Beobachter hat kein Mittel, kein Phänomen um die Dauer des Jahres zu bestimmen, er kann nur die Tage zählen; denn es ist bekannt, dass diese grössere Zeitperiode durch die Translationsbewegung der Erde angegeben ist.

Dass die Dauer einer Rotation, eine unveränderliche Zeitquantität ist und durch volle 24 Stunden seiner Uhr repräsentirt

wird, davon hat sich der Beobachter hinlänglich überzeugt; dass aber eine vollbrachte Rotation sich auf die Sonne und nicht auf die Sterne bezieht, darüber erhält er durch seine genauen Beobachtungen den Aufschluss.

Nach vielen Tagen erst wird nämlich der Beobachter auf den Umstand aufmerksam, dass sein Vergleichsstern nicht ganz genau zu demselben Moment der Uhrzeit, sondern um etwas später in dem Kreuzfaden erscheint; dieses später aber ist so gering — kaum eine Hundertelsecunde nach einem Tag — dass er die Beobachtung länger fortzusetzen für nöthig erachtet, bevor er genaue Zahlenausdrücke zu erhalten hoffen kann. Der Stern scheint sich allmälig von der Sonne gegen Ost zu entfernen, und in der That beträgt sein Abstand in hundert Tagen den kleinen Bogen von 13″7 und wächst nach 365 Tagen auf 50″2. Nach dieser Zeit kommt dieser Stern nicht mehr um 0 (Null) Uhr, sondern um 3″34 später in den Meridian. Es stellt sich somit heraus, dass während die Sonne constant im Mittag culminirt, der Stern täglich um 0″ 009 später in den Meridian tritt, d. h. die eigentliche Zeit zwischen zwei seinen aufeinander folgenden Durchgängen, mehr als 24 Stunden, also um 0″ 009 grösser als die Rotationsdauer ist. Aus diesem Phänomen folgt, dass die Rectascension dieses Sterns täglich um 0″ 137 in Bogen und nach einem Jahre um 50″2 zugenommen hat. Durch die Beobachtung ist zugleich constatirt, dass dieser Stern gleichzeitig auch seine Declination geändert hat, und zwar hat diese während des Jahres um 20″ nördlich zugenommen.

Dieses ist das Phänomen, welches man die Präcession genannt hat, und an welchem alle Sterne des Himmels mehr oder weniger theilnehmen. Wir sehen, dass diese allgemeine Versetzung der Sterne nicht die Folge der Rotation sein kann, indem sie auch nicht die Folge einer anderen Bewegung der Erde ist; da wir keine solche angenommen haben, so muss sie nothwendigerweise durch die eigene Bewegung der Sonne hervorgebracht sein. Sagen wir nun, dass die Sonne sich wirklich bewegt, und allmälig — Tag für Tag — sich zugleich gegen West und Süd versetzt und bedenken, dass sie dennoch und immer genau zu derselben Zeit in dem Meridian erscheint, so müssen wir erkennen, dass die Rotationsdauer der Erde sich auf die Sonne bezieht, nicht aber auf die Sterne: hieraus können wir noch den wichtigen Schluss ziehen, dass die Sonnenbewegung die Rotationsdauer nicht ändert, also überhaupt diese Erdbewegung nicht afficirt.

In einer gewissen Entfernung von der Erde circulirt der Mond. Ob er um den Mittelpunct der Erde kreiset oder auf eine andere Art sich bewegt, kommt hier einstweilen nicht in Betracht, indem die bisher gemachten Beobachtungen zu keinem Schlusse berech-

tigen. Das Factum ist, der Mond circulirt, er kreiset ohne Unterbrechung. Während seiner beständigen Circulation muss er mit jenen Himmelspuncten oder Weltkörpern coincidiren, die eben sich in der Richtung seines von der Erde beobachtbaren Kreislaufes befinden. Sind diese Puncte als unbewegliche angenommen, so wird der Mond während zwei aufeinander folgender Coincidenzen mit welch immer einem Stern am Firmament 360° beschrieben haben. Um von seinen zusammenhängenden Kreisen einen zu isoliren, gibt es kein anderes Mittel.

Der Beobachter findet, dass, welch immer der Stern ist, mit dem der Mond periodisch coincidirt, die Zeit während welcher er 360° beschreibt unverändert dieselbe bleibt, dass demnach seine Winkelgeschwindigkeit constant und gleichförmig ist. Dasselbe Resultat ergibt sich, wenn er die Sonne als Vergleichspunct nimmt. Die tägliche Bewegung des Mondes in Bogen ist 12°19 und er kehrt nach 29·53 Tagen eben so zur Sonne wie zu einem Stern zurück. Hieraus folgt, dass der Mond, — nennt man das Beschreiben eines Himmelkreises von 360° eine Revolution — nur eine Umlaufszeit hat, welchen Namen immer man dieser gibt, gleichviel. Es ist zu bemerken, dass, wenn während der Coincidenz des Mondes mit der Sonne irgend eine — totale, ringförmige oder partielle — Eclipse stattfand, genau dieselbe Eclipse nach jeden 29·53 Tagen erscheint; woraus folgt, dass die Circulation des Mondes in derselben Ebene vor sich geht, wenn die Erde keine Translation hat.

Indem die Winkelgeschwindigkeit des Mondes sich zu jener des Meridians wie 1 zu 29·53 verhält, so culminirt der Mond täglich um 48'763 später, kommt somit um einmal weniger in den Meridian als seine Umlaufszeit Tage enthält.

Da dieses Phänomen durch die beiden Geschwindigkeiten — Mondcirculation und Erdrotation — allein erzeugt ist, so ist es ersichtlich, dass es mit der Translation der Erde nichts gemein hat, folglich auch dadurch nicht verändert werden kann; das heisst: da der Tagbogen des Mondes von 48'763 seiner Eigenbewegung zugehört, welche von der Erdbewegung als unabhängig betrachtet werden kann, so wird er auch diesen seinen Tagbogen unter allen Umständen unverändert erhalten.

[41.] Stellen wir uns vor, dass in dem Augenblick, als die Sonne im Zenith erscheint, die Rotation der Erde aufhört und anstatt derselben ihre kreisende Bewegung (Translation) beginnt.

Auf- und Untergang hören auf, dafür kommt aber der ganze Himmel in Bewegung, kein Punct desselben behält seine Lage unverändert. Es gibt keine Nächte, es ist ewiger Tag und der Beobachter weiss nur, dass die 24 Stunden seiner Uhr die Zeiteinheit (den Sonnentag) vorstellen.

Digitized by Google

Die Stellung der Erdsphäre im Raume hat sich nicht verändert; die beiden Weltpole sind noch immer im Horizont, der Himmelsäquator geht durch den Zenith.

Während jeder Tag andere Sterne in den Meridian führt und während des Jahres die ganze Himmelssphäre eine Umdrehung gemacht hat, bleibt die Sonne in der Gegend des Meridians, in der für den Beobachter verticalen Richtung.

Würde nun der grosse Himmelskreis, die Ecliptik, eine Realität sein, so müsste sie sich deutlich zeigen, indem sie durch die Rotation nicht belästigt ist: es müsste nämlich wahrnehmbar sein, dass nun die Himmelssphäre sich auf der Axe der Ecliptik drehet und die Sterne sich in den Parallelen derselben bewegen. Von allem dem ist nichts zu bemerken, der Himmel drehet sich auf seiner gewohnten Weltaxe und die Sterne beschreiben genau dieselben Parallelkreise, welche sie mit der Rotation allein beschrieben haben.

Es stellt sich somit klar heraus, dass die jährliche Umdrehung der Sternensphäre auf derselben Axe vorgeht, auf welcher sie sich täglich umwälzt; das heisst, Rotation und Circulation gehen in demselben Sinne vor; Himmels- und Erdäquator bleiben stets in derselben Ebene. Hieraus folgt aber sogleich, dass die Annahme der Theorie, nach welcher Rotation und Translation in zwei verschiedenen Richtungen vorgehen, und dass der Erdäquator zu der Bahnebene geneigt ist, eine den Beobachtungen widersprechende absurde Annahme ist.

Würde sich die Sonne von West nach Ost bewegen, oder würde die Erde nach der Theorie rücklings gehen, so müsste die Sonne nach 3 Monaten untergehen und während 6 Monate dem Beobachter unsichtbar bleiben, denn die theoretische Erdbewegung setzt voraus, dass die Erde jeden Moment eine andere ihrer Seiten der Sonne zukehrt, stets aber dieselbe Seite den Sternen zeigt. Wir sehen, dass es ganz umgekehrt ist: der Sternhimmel macht eine Umdrehung während des Jahres und die Sonne bleibt permanent in der Gegenwart der Erde. Der Effect ist, als würde die Erde — der Meridian — mit der Sonne zugleich einen jährlichen Kreis im Raume beschreiben.

Wir sehen demnach, dass diese jährliche Bewegung der Erde, welche das Phänomen der einmaligen Umdrehung der Himmelssphäre hervorbringt, sich auf die Sonne nicht bezieht, woraus man den Schluss ziehen kann, dass sie in der Richtung der Sonnenbewegung selbst vorgeht. Dass diese Bewegung eine gleichförmige ist, geht aus den Beobachtungen deutlich hervor.

Ein Stern — im Aequator — ist mit dem Beginne des Jahres in dem Meridian; der Beobachter findet, dass er nach jedem verflossenen Tag von 24 Stunden sich genau um den Bogen von

Digitized by Google

59′ 8″193 von der Sonne entfernt und dass er nach dem Verlauf eines Jahres von 365·2422 Tagen noch 50″2 östlich vom Meridian absteht. Dieser Umstand hat die Theorie veranlasst, eine siderische Umlaufszeit für die Erde aufzustellen, welche nach ihr dann voll ist, wenn dieser Stern wieder in den Meridian kommt oder mit der Sonne coincidirt. Wir werden sogleich sehen, dass die Dauer einer Revolution nicht durch *diese* jährliche Erdbewegung, nicht durch die Coincidenz des Meridians mit dem Sterne, sondern durch ein anderes, sich auf die Sonne beziehendes Phänomen bestimmt wird.

Stellt man sich vor, dass die jährliche scheinbare Umdrehung des Himmels eine wirkliche Kreisbeschreibung der Erde ist, so hat man mit dieser Vorstellung zugleich angenommen, dass die Erde während ihrer Revolutivperiode einen geschlossenen Kreis von 360⁰ beschreibt. Wir haben bereits bemerkt, dass aus der Projection eines scheinbaren Kreises nicht folgt, dass die Bewegung auch in einem Kreise vorgehen müsse; welche immer aber die beschriebene Figur sei, so viel ist gewiss, dass, wie bei der Rotations- so auch bei der Translationsbewegung stets ein und derselbe Punct der Erdoberfläche in der Bahn voraus sein müsse, mit welchem Puncte die Coincidenz stattfinden soll. Dass dieser Punct in dem Erdäquator liegt, ist selbstverständlich.

Jener Stern, der mit dem Ende des Jahres noch 50″2 vom Meridian östlich absteht, hat sich während dieser Zeit vom Aequator um 20″ nördlich entfernt, woraus folgt, dass der Erdpunct, der stets mit dem Aequator zusammenfällt, mit diesem Stern nicht coincidiren kann, dass somit die Curve, welche die Erde während des Jahres beschreibt, keine geschlossene ist. Betrachten wir diese fortgesetzte Circulation während mehrerer Jahre. so fällt der Stern nach dem zweiten Jahr 100″4 östlich und 40″ nördlich, nach dem dritten Jahr 150″6 östlich und 60″ nördlich etc., und wir finden, dass die auf einander folgenden projicirten Curven, Spiralwindungen sind.

Diese Betrachtung zeigt uns, dass die Erde sich in keiner geschlossenen Curve bewegen kann, so wie überhaupt kein Himmelsphänomen existirt, aus welchem man schliessen könnte, dass irgend ein circulirender Weltkörper eine in sich rückkehrende Curve beschreibt.

[42.] Ist die Sonne im Zenith, so ist sie zugleich in dem Aequator und ihre Declination ist Null: der Himmelsäquator aber ist der Erdäquator, folglich ist in diesem Augenblick der Sonnenmittelpunct in der Ebene des Erdäquators und zugleich in der Ebene des Meridians. Dieser ist der bedeutungsvolle Moment jener Coincidenz, von welcher die Revolutionsperiode der Erde, die

Dauer ihres Jahres abhängt: in diesem Moment ist die halbe Erdkugel von Pol zu Pol beleuchtet, und alle ihre Parallelen sind durch den Beleuchtungskreis genau in zwei Hälften getheilt. Diese Stellung der Sonne hat man die „Nachtgleichen" genannt.

Betrachten wir nun die scheinbare Sonnenbewegung, so können wir dieser die Erdbewegung substituiren, diese geht im conträren Sinne vor.

So wie die Translation beginnt, tritt die Sonne sowohl aus dem Meridian des Beobachters als auch aus dem Aequator hinaus. Setzen wir den Fall, dass sie anfängt, sich gegen Norden zu bewegen, so war sie nach dem Sprachgebrauch jener Astronomen, die sich auf der nördlichen Erdhälfte befinden, in dem Frühlingspunct. Betrachten wir vorerst ihre Bewegung in Declination, welche von dem Ausgangspunct an mit einer graduell abnehmenden Angulargeschwindigkeit vorgeht.

Hat die Sonne ihre nördliche Declination von $23^0\ 27'$ nach 3 Monaten erreicht, so scheint sie stille zu stehen, sie ist im Solstitialpunct, von wo aus sie denselben Weg wieder zurück zu machen scheint, um nach 3 Monaten abermals mit dem Erdäquator zu coindiciren; während dieser Zeit hat ihre Winkelgeschwindigkeit stets zugenommen, und in den Herbstnachtgleichen angelangt ihr Maximum erreicht: während der folgenden 3 Monate bewegt sie sich gegen Süden mit einer abnehmenden Geschwindigkeit, welche gleichsam Null wird, wenn sie die Grenze ihrer südlichen Declination von $23^0\ 27'$ erreicht hat: von da an beginnt ihre weitere Bewegung während des letzten Jahresviertels und sie gelangt mit einer stets zunehmenden Geschwindigkeit in den Frühlingspunct zurück. Die Dauer zwischen drei auf einander folgenden Coincidenzen des Erd- und Himmelsäquators, ist die Dauer jener Periode der Erdbewegung, welche man die tropische genannt hat.

In dem Maasse als die Sonne sich gegen Norden bewegt, versetzt sich der Beleuchtungskreis auf der Erdkugel und geht bis 23^027 über den Nordpol hinaus; je nach der Geschwindigkeit der Sonnenbewegung wachsen die Tage auf den betreffenden Breitengraden der Erde. Der Beleuchtungskreis ist stets senkrecht auf jener Linie, welche die Mittelpuncte der Sonne und der Erde verbindet; ist z. B. die Sonnendeclination 20^0, so geht diese Linie durch einen Punct der Erdparallele, deren Polhöhe 20^0 ist. Bewegt sich die Sonne gegen Süden, so versetzt sich der Beleuchtungskreis auf die südliche Erdhemisphäre auf dieselbe Art. Dieses Phänomen kann auf verschiedene Arten auch bildlich dargestellt werden.

Ist die Declination der Sonne Null, so ist sie in dem Nachtgleichenpunct, es findet die Coincidenz mit dem Erdäquator statt;

Digitized by Google

das Phänomen der Jahresdauer ist somit zwischen der Sonne und der Erde abgemacht ohne die Dazwischenkunft eines Sternes, und zwar so deutlich, dass es an allen Puncten der Erdoberfläche wahrnehmbar, somit auch diese Periode bestimmbar ist.

Der Stern, der im Anfang des Jahres sich gleichfalls in dem Frühlingspuncte befand, ist mit Ende des Jahres 50″2 östlich und 20′ nördlich von demselben abstehend, und entfernt sich jedes Jahr mit diesen Abständen mehr und mehr, hieraus folgt aber von selbst, dass diese Erdbewegung, welche die Jahresdauer bestimmt, sich auf die Sonne, nicht aber auf die Sterne bezieht, und dass die Annahme eines Sideraljahres keine Bedeutung hat.

Aus dem Nebenphänomene, daraus nämlich, dass ein Stern sich von der Sonne immer mehr und mehr entfernt, hat man den Schluss gezogen, dass der Frühlingspunct sich versetzt, und hat die Vorrückung desselben, die Präcession, als ein Factum aufgestellt. Hätten die Astronomen des abgelaufenen Jahrhunderts die Bedeutung der wirklichen Sonnenbewegung aufgefasst, so hätten sie eingesehen, was die Vorrückung der Nachtgleichen ist und hätten die Theorie der Präcession, wenn auch nicht gänzlich beseitigt, doch aber bedeutend modificirt.

Nebst ihrer Declination hat die Sonne eine zweite scheinbare Bewegung, ohne welche sie aus dem Meridian nicht hinaustreten würde. Diese Bewegung geht senkrecht auf jene der Declination vor, sie geht von West nach Ost und wieder von Ost nach West in abwechselnden Perioden vor sich. Wir kennen diese Bewegung unter dem Namen „Variationen des Mittags," und wissen, dass in deren Folge die Sonne viermal im Jahre zur selben Zeit in den Meridian tritt. Auch sie geht mit abwechselnd wachsender und abnehmender Geschwindigkeit vor sich, und zwar im Gegensatz zu den Perioden der Declination: ist diese in ihrem Maximum oder Minimum der Geschwindigkeit, so ist die Variation in ihrem Minimum oder Maximum. So z. B. ist die grösste Geschwindigkeit in den Solstizien, die kleinste in den Nachtgleichen. Es ist an sich klar, dass, indem die Sonne aus dem Meridian tritt und abwechselnd sich gegen Ost und West versetzt, ihre Rectascension sich ändert und sie daher täglich zu einer andern Uhrzeit in den Meridian zurückkehrt: aus diesem Grunde nannten wir die Variationen des Mittags die eigentliche Rectascension der Sonne.

Wir haben gesehen, dass in den Büchern über dieses Phänomen keine Erklärung, sondern nur ein Herumtappen der Theorie zu finden ist.

Hat man den Satz aufgestellt, „die scheinbare Sonnenbewegung ist die wirkliche Erdbewegung." so hat man denselben con-

sequent durchzuführen und zu zeigen, welche Erdbewegung die Variationen des Mittags hervorbringt. Die variablen Geschwindigkeiten der Sonne in der Ecliptik sagen nichts, und es ist ersichtlich, dass dieses Phänomen weder aus dem System Copernik's noch aus dem Flächengesetz Kepler's hervorgeht; ist es nicht vielleicht die Folge der Perturbation? ist es nicht wahrscheinlich, dass es durch die Einwirkung der Mondesanziehung auf die Sonnenflecken hervorgebracht ist? Dieser letzteren Idee nähert sich einigermassen ein gelehrter Autor, der da sagt, dass auf die variablen Geschwindigkeiten der Sonne in der Ecliptik die Lichtgeschwindigkeit einen Einfluss ausübt; ist nämlich die Erde im Perihel, also der Sonne um ein Dreissigstel näher, so gelangt das Sonnenlicht gleichfalls um ein Dreissigstel früher auf die Erde, woraus dann der gelehrte Autor geistreich folgert, dass auch die Sonne früher in den Meridian kommen muss. Es scheint somit, dass die Sonne in ihrer Bewegung von ihrem eigenen Lichte mitgerissen wird, oder dass am Ende die Variationen des Mittags eine optische Illusion sind.

Diese Doppelbewegung der Sonne setzt eine analoge Doppelbewegung der Erde voraus, welche sich auf die Sonne allein bezieht. Sie geht, wie wir sehen, in der Richtung zwischen Süd und Nord, Ost und West vor und zeigt auf eine Circulation. Wir haben schon verschiedentlich hingedeutet, dass die Erde nebst ihren beiden bekannten Bewegungen noch eine dritte haben müsse, fügen wir nun dieser hier gefundenen jene hinzu, welche sich auf den Sternhimmel bezieht und in der Richtung von West nach Ost vorgeht, so haben wir eine combinirte gleichzeitige Bewegung nach drei Richtungen, welche durch zwei auf einander senkrechte Curven repräsentirt ist. Hieraus folgt, dass die Erde sich in einer Curve von doppelter Krümmung bewegt, welche der cylindrischen Spirale entspricht und sich durch den Sternhimmel als auch durch die Sonne abgesondert projicirt.

Diese Bewegung und die von ihr beschriebene Figur sind von den Sternen in einem kleinen Maasstabe nachgebildet. Alle Sterne — ohne Ausnahme — zeigen während des Jahres eine gleichzeitige Bewegung nach zwei Richtungen, ähnlich der scheinbaren Sonnenbewegung; die Nachbildung ist ganz getreu, die Sterne ändern ihre Rectascension und Declination zugleich, sie haben ihre Variationen des Mittags, d. h. ihre kleine Bewegung nach den beiden Richtungen geht mit abwechselnd zu- und abnehmender Geschwindigkeit vor. Die genaue Beobachtung dieser jährlichen Bewegung der Sterne gehört der Neuzeit an, und wir werden auf sie um so mehr an ihrem Orte zurückkommen, als durch dieselbe die wichtigsten Fragen der modernen Astronomie ihrer Auflösung entgegen gehen;

Digitized by Google

sie gibt nämlich Aufschluss sowohl über die Bewegung der Erde als auch über jene der Sonne.

Ist aber die Erdbewegung durch die fernen Sterne angezeigt, in welch hohem Grade muss sie von dem so nahen Monde dargestellt sein? In der That, eben so wie die Sonne, reproducirt der Mond die Erdbewegung, wodurch dann seine eigene so complicirt erscheint. Die vom Monde gezeigten Phänomene der Bewegung machen den Effect, als würden die Bewegungen beider Körper — Erde und Mond — mit einander vermengt sein. Die Veränderungen an Rectascension und Declination, welche wir bei der Sonne fanden, sind auch auf den Mond übertragen; auch er hat seine Variationen des Mittags, seine veränderlichen Geschwindigkeiten, und muss überdies die Translationsbewegung der Erde mitmachen. Dass die Erdbewegung eben so auf die Planeten übertragen ist, versteht sich von selbst, und wir können im Allgemeinen sagen, dass es keinen Punct der Himmelssphäre gibt, der sie nicht mehr oder weniger anzeigt.

[43.] Aus den Beobachtungen des Mondes geht hervor, dass seine tägliche Bewegung in Bezug auf die Sonne sich nicht geändert hat, sein Tagbogen von 12^0191 ist constant geblieben, in Bezug auf den Vergleichsstern aber hat dieser Bogen zugenommen, und ist nun 13^0176, d. h. *sein* Tagbogen hat sich um den Tagbogen der Erde vergrössert. Indem der Mond sich in conträrer Richtung mit dem Sterne bewegt, so ist es deutlich, dass, wenn er gegen Ost 13^0176, der Stern aber gegen West 0^0985 sich bewegt, dem Mond sein eigener Tagbogen von 12^0191 bleibt.

Der vergrösserte Tagbogen ist in Zeit 52'70524, nennt man diese Zeit die tägliche Zunahme der Rectascension des Mondes, so entsprechen deren Periode von 24 Stunden 27·321661 Tage.

Es ist ersichtlich, dass dieser Umstand die Theorie verleitete, die siderische Umlaufszeit für die Dauer seiner Revolution „um die Erde“ anzunehmen; es ist aber zugleich ersichtlich, dass die Theorie unfähig ist, sich über diese Frage Aufklärung zu verschaffen, indem der Mond nicht „um die Sonne“ kreiset, und seine Bewegung nach dem System von Copernik ganz unbegreiflich ist.

Dass der Mond sich mit der Erde in derselben Richtung bewegt wird dadurch begreiflich, dass der Satellit seinem Planeten nachfolgt und so beide der Sonne nacheilen. Nach dem System bewegt sich der Mond in der zweiten Hälfte seiner „geschlossenen Bahn,“ der Erde entgegengesetzt, ein Umstand, der die beobachteten Phänomene unmöglich macht.

Bedenkt man aber, dass die Erde in 24 Stunden, während welcher sie ihren Tagbogen von 59' 8''33 beschreibt, einen Raum

Digitized by Google

oder einen Weg zurückgelegt hat, der nahe siebenmal die Entfernung des Mondes von ihr beträgt, so wird man einsehen, dass der Mond weder zurückbleiben, weder vorwärts — der Erde voraus — noch rückwärts gehen kann, sondern jenen Bogen der Erde gleichfalls mitbeschreiben muss. Hat er aber um diesen Bogen mehr beschrieben, so hat er sich auch von dem Stern um denselben Winkel „mehr" abgewendet. Es wird somit klar, was „gleiche Richtung der Bewegung" und „ähnliche Bahnen" für eine Bedeutung haben.

Das Wesen des Phänomens besteht demnach in Folgendem:

Ohne die Erdtranslation beschreibt der Mond sowohl in Bezug auf die Sonne als auch in Bezug auf einen Stern seine Revolutivcurve in derselben Zeit. Da diese Curve 360^0 repräsentiren soll, so ist kein Zweifel, dass die Periode der Umwälzung die synodische Umlaufszeit ist.

Diese Periode, oder was gleichbedeutend ist, die Circulationsbewegung des Mondes wird durch die Translation nicht geändert: die Zeit zwischen zwei Conjunctionen bleibt dieselbe, die Periode aber, welche sich nun auf den Stern bezieht, ist durch die Erdtranslation verkürzt, indem der Mond von der Erde dem Stern entgegen geführt wird. Findet nun die Coincidenz des Sternes in 27·3216 Tagen statt, während welcher die Erde in ihrer Curve den Mond $26^0 93$ dem Stern entgegen geführt hat, so ist es an sich klar, dass die siderische Revolution des Mondes nicht durch 360^0, sondern nur durch 333^0 repräsentirt, folglich keine eigentliche Revolution, sondern nur eine einfache Coincidenz ist.

[44.] Sind die beiden Bewegungen der Erde wieder vereint, so erscheint die Rotation, als wäre sie der Translation untergeordnet, indem sie vorgeht, während die Erde sich in ihrer Bahn versetzt. Erinnern wir uns, dass die Erde mit einer mehr als 76fachen Geschwindigkeit sich im Raume bewegt als ein Punct ihres Aequators an Rotation, so wird es deutlich, dass sie diesen Punct (den Meridian) in ihrer Translationsbewegung mitführt, welcher somit die Jahrescurve mitbeschreiben muss.

Wir können somit sagen, dass der Rotationspunct (Meridian) durch die Translation eben so wie der Mond täglich um den Bogen von 59′ 8″33 den Sternen entgegen geführt wird, wodurch deren Acceleration erzeugt ist.

Nach diesen Betrachtungen sind wir in der Lage, alle jene Ideen und Sätze der Theorie auf ihren Werth zurückführen zu können, welche sie über siderische und tropische Umlaufszeit, mittlere und Sternzeit, Sonnen- und Sterntag, Rotationsdauer, Einfluss der Präcession auf die Jahreslänge, oder was gleichbedeutend ist, auf die Erdbewegung etc. aufgestellt hat.

Digitized by Google

Wir haben gesehen, dass die practische Astronomie genöthigt ist, das Sonnenjahr und den Sonnentag als Grundlagen ihrer Rechnungen anzunehmen, und damit erkennt, dass sie die Zeit von 3′ 56″555 als die tägliche Zunahme der Sonnenrectascension betrachtet; hiedurch aber hat sie bewiesen, dass die Revolutivperiode der Erde die tropische ist, denn nur diese Zeit ist 365·24222mal genommen gleich 24 Stunden, so wie der Tagbogen der Erde von 59′ 8″33 während dieses Jahres 360⁰ ausmacht.

Aus der Thatsache, dass die Sterne während des Jahres um einmal mehr als die Sonne in den Meridian kommen, folgt das Verhältniss des Sterntages zum Sonnentag, denn dieses ist, wie wir wissen 365·24222 : 366·24222 = 23ʰ 56′ 4″0907, und gründet sich somit auf das tropische Jahr.

Sagt nun die Theorie, dass die Erde während des Jahres um eine Rotation mehr macht, als Tage im Jahre sind, so ist dies ein verzeihlicher Irrthum zwischen den übrigen Irrthümern; sie hat einfach den von der Erdsphäre während des Jahres beschriebenen grossen Himmelskreis für eine Rotation gehalten. In der That ist der Effect derselbe, ob die Rotation während des Jahres einmal vorgeht, also täglich 59′8″ 33 am Himmel beschreibt, oder die Erde ohne Rotation sich einmal „um den Himmel dreht," der Theorie bleibt die freie Wahl. Sagt sie aber, dass die Rotationsdauer der Sterntag ist, so gibt sie die Translationsbewegung der Erde nicht zu.

Wir haben gesehen, dass ohne Translation, der Rotationspunct in 24 Stunden 360⁰ am Himmel beschreibt, dass somit das Verhältniss zwischen Zeit und Bogen der mittleren Zeit angehört. Da die Rotation keinen anderen Effect hervorbringt, als das regelmässige Erscheinen aller Himmelspuncte in dem Meridian, so kann sie auch in den scheinbaren Bewegungen keine Veränderung verursachen; die Acceleration der Sterne ist somit das Werk der Translation. Wir haben ferner gesehen, dass die scheinbare Umdrehung der Sonne unter allen Verhältnissen in 24 Stunden vorgeht, und dass die natürliche Ursache dieser Erscheinung darin liegt, dass die Erde während ihrer Revolution von der Sonne sich nicht abwendet.

Ist die tropische Revolution durch 360⁰ repräsentirt, so ist die siderische Periode um 50″2 grösser als der Kreis. Nun sagt die Theorie, „die wahre Umlaufszeit der Erde *um* die Sonne ist die siderische," woraus folgt, dass diese gleichfalls mit 360⁰ ausgedrückt werden müsse, damit der Tagbogen von 59′8″193 hervorgehe. Während der siderischen Periode sind die Sterne gleichfalls um einmal mehr als die Sonne in den Meridian gekommen und das

Digitized by Google

Verhältniss des mittleren Tages zum Sterntag ist: 365·25637 : 366·25637 = 23ʰ 56′ 4″ 128 und die Rotationsdauer ist in diesem Falle um 0″ 0373 grösser. Dieser Tagbogen ist in Zeit 236″ 546, woraus der mittlere Tag = 24ʰ 3′ 56″ 546 Sternzeit, also um 0″009 kleiner erscheint. Ist demnach die siderische Umlaufszeit die „wahre," so muss die practische Astronomie ihre Reductionstafeln der beiden Zeiten abändern.

Ist das tropische Jahr abgelaufen, so ist der Vergleichsstern 50″ 2 östlich von der Sonne, woraus folgt, dass jene Bewegung der Erde, welche sich auf den Sternhimmel bezieht, an keine Periode gebunden, ununterbrochen vor sich geht und somit weder eine Coincidenz mit dem Sterne erfolgt, noch ein Beschreiben von 360° stattfindet. Es ist aber an sich deutlich, dass, wenn die Sterne im Sinne der Erdbewegung mit 50″ 2 jährlich gegen Ost sich versetzen, muss ihre tägliche Bewegung von 0″ 137 an jenem Tagbogen der Erde erkenntlich sein, welchen die Erde in Bezug auf den Sternhimmel beschreibt. In der That ist dieser Bogen = 59′ 8″ 193, also um 0″ 137 kleiner als der Tagbogen der Erde nach dem tropischen Jahr. Strenge genommen ist somit die Zeit zwischen zwei aufeinander folgenden Meridiandurchgängen eines Sternes 23ʰ 56′ 4″ 128.

Nachdem die Theorie die Folgen der Sonnenbewegung nicht in Betracht zieht, so kann sie auch keinen Begriff davon haben, was die Präcession ist, und wir werden bald sehen, welchen imaginären Ursachen sie das Phänomen zuschreibt?

Die Versetzung der Sonne und mit ihr ihres Systems ist constant, so wie die Entfernung des Sternes von ihr constant ist. Sei nun der Ort der Sonne im Raume welch immer, so wird die Coincidenz ihres Mittelpunctes mit dem Erdäquator in denselben Perioden stattfinden, ohne Rücksicht welcher Stern sich in ihrer Nähe befindet. Die Sonnenbewegung ändert aber die Eigenbewegung der Erde eben so wenig, als die Versetzung der Erde im Raume die Dauer der Mondesrevolution ändert. Kommt man über diese einfachen Dinge mit sich in's Klare, so wird man nicht sagen, dass „die Präcession auf die Jahresdauer einen Einfluss ausübt."

[45.] Wir haben gesehen, dass die Sonne — auch scheinbar — keine jährliche Bewegung von West nach Ost hat. dass sie keinen grossen Himmelskreis beschreibt, und dass folglich die Ecliptik durch gar nichts projicirt ist, also nur in der Einbildung existirt. Die Bewegung der Sonne in einem Jahreskreise ist durchaus nicht nachzuweisen, man kann somit nicht sagen, dass sie *um* irgend etwas circulirt, am wenigsten aber „um die Erde."

Fällt nun diese eingebildete Sonnenbewegung weg, so fällt auch der Uebergang weg, nach welchem die Erde in der Ecliptik „um die Sonne" kreiset.

Wir haben gesehen, dass die Aufstellung der Sonnenbahn, der Ecliptik, auf einer Illusion beruht. Die beiden Bewegungen der Erde sind gleichzeitig; jene die sich auf den Sternhimmel bezieht, ist mit jener die die Sonne betrifft vermengt, zu dem vom Himmel scheinbar beschriebenen Kreis fügt sich der von der Sonne beschriebene hinzu; das heisst, der eine Kreis zwischen Nord und Süd, welcher die Phänomene der Sonnendeclination und der Variationen des Mittags enthält, ist mit dem Kreise zwischen Ost und West verschmolzen, und bringt nur dann den scheinbaren Effect der Sonnenbewegung in der Ecliptik hervor, wenn man sich einbildet, dass die Bewegung eines Himmelskörpers in einer geschlossenen, also nur einfach gekrümmten Curve vorgeht.

Der Sinn des „Ueberganges vom Scheinbaren auf das Wirkliche“ tritt aus unseren Betrachtungen hervor. Um den Uebergang möglich zu machen, muss vor Allem „die Realität des Scheinbaren“ erkannt, constatirt sein, dann aber muss dieses Scheinbare auch durch den Gedanken erfasst werden können, sein Wesen verstanden sein. Dieses ist so leicht nicht, indem die Himmelsphänomene, insbesondere jene der Bewegung, mit einander vermengt erscheinen.

Wir sehen, welche Menge von unzeitigen Ideen und falschen Begriffen zu beseitigen ist, bevor man zur Erkenntniss der Bedeutung der Himmelsphänomene gelangt, und so sich einer rationellen Auffassung der Erdbewegung nähern kann.

Mit der Hypothese der „Circulation um das Centrum“ war der Grund gelegt zu dem Babelthurm; sie musste die Legion von Widersprüchen gebären; sie liess nicht zu, dass die Phänomene aufgefasst, gründlich studiert werden; sie nöthigte zu falschen Begriffen, zu bei den Haaren herbeigezogenen Erklärungen, zu verkehrten Auslegungen, zu erzwungenen Beweisen.

Hierin liegt die Fatalität welche noch fortwirkt, und wir sehen, dass die Theorie noch immer in dem Wahne lebt, dass dieses Kreisen um den Mittelpunct, wirklich in geschlossenen Curven, selbst mit dem sich bewegenden Centrum stattfinden könne; wir werden es aber noch deutlicher sehen, dass in Folge der incarnirten Hypothese die wichtigsten Resultate der Beobachtung verkehrt aufgefasst, falsch ausgelegt werden, und somit für die Wissenschaft so gut wie verloren sind.

So muss sich nun des Menschen Geist — Dank der Fatalität — in einer geschlossenen Curve und in deren fixen Ebene bewegen, auf denselben Punct zurückkehren, von welchem er ausgegangen ist, er muss eine Ellipse beschreiben, deren Brennpunct die — Hypothese einnimmt.

DIE BEIDEN UHREN.

Die zwei astronomischen Pendeluhren gleicher Construction haben ähnliche in 24 Theile getheilte Zifferblätter; die Eintheilung in Stunden, Minuten und Secunden ist dieselbe, ihr Gang aber ist ungleich. Die eine gibt die mittlere, die andere die Sternzeit.

Durch die Aufstellung verschiedener Zeiten hat die astronomische Theorie den Begriff über die Zeit verwirrt. Uhren kann man nach Belieben construiren, ihren Gang in das Unendliche variiren lassen, man kann aber keine Zeit machen, man kann sie nicht verändern. Wir haben somit nicht mit zweierlei Zeiten, sondern mit zwei verschiedenen Uhren, oder vielmehr mit zwei Geschwindigkeiten zu thun.

Nebst der Ideenverwirrung hat die Theorie eine arithmetische Anomalie dadurch producirt, dass sie verschiedene Quantitäten desselben Dinges durch dieselben Zahlen bezeichnet. Ist man bei der Anwendung der Verhältnisse auf diesen Umstand nicht aufmerksam, so ist ein Verstoss möglich. Der Rapport der Geschwindigkeit beider Uhren ist gegeben; die Sternuhr macht in 24 Stunden um 236·555 Oscillationen mehr, sie ist täglich um so viel Secunden, also in Bogen um 59′ 8″ 33 der mittleren Uhr voraus; sie wird somit nach 365.2422 Tagen um einen Tag, um 360° mehr beschrieben haben und mit der mittleren Uhr coincidiren, das heisst dieselbe Zeit zeigen.

Ist die tägliche Differenz zweier Uhren constant, so ist ihre Bewegung — jede für sich genommen — eine gleichförmige. Zwei Taschenuhren z. B. differiren täglich um 4′; zeigten sie beide eines Tages zugleich 12 Uhr Mittags, so werden sie in 180 Tagen coincidiren und beide 12 Uhr Nachts zeigen und in den nächsten 180 Tagen abermals im Mittag gleich sein. Um nun zu sagen, welche der beiden Uhren richtig geht, ist es nicht hinlänglich zu wissen, dass die eine während 360 Tage um zwei Kreise mehr beschrieben, um 24 Stunden mehr durchlaufen ist, sondern man muss sie mit dem wahren Mittag vergleichen, wonach sich dann entscheidet, welche von ihnen in Bezug auf die irdische Zeit accelerirt, welche retardirt. In der That hat die culminirende Sonne in allen Epochen der Menschengeschichte als Regulator der Uhren, als Zeitmaass gedient.

Die beiden astronomischen Uhren sind nach beobachteten Himmelsphänomenen geregelt; die eine geht mit den Sternen, die andere mit der Sonne, die Frage der Zeiteinheit ist somit zwischen den Sternen und der Sonne, und man ist noch immer nicht im Stande mit Sicherheit zu sagen, ob diese oder jene die Zeiteinheit vorstellt; und doch war die Frage

Digitized by Google

immer und ist heute noch, welche diese Einheit für die Erde, welche die Dauer des irdischen Tages ist? Dass Phänomene da sein müssen, um diese Periode zu bezeichnen, dass eine gleichförmige Bewegung da sein müsse, um sie zu messen, ist wohl an sich klar, eben so klar ist es, dass diese Bewegung der Erde selbst angehören müsse. Es ist natürlich, dass man auf den Gedanken kam, dass diese kurze Periode des Tages nur durch die Rotation der Erde angegeben sein könne, dass somit die Rotationsdauer selbst als die Zeiteinheit zu betrachten ist.

Die Theorie sagt: die Rotationsdauer ist der Sterntag, folglich die Zeiteinheit, der irdische Tag aber ist nicht der Sterntag; woraus folgt, dass entweder die Rotationsdauer nicht die Zeiteinheit ist, denn sie ist nicht die Dauer des Erdentages, oder die Dauer der Rotation ist nicht der Sterntag; mit anderen Worten, der Sterntag ist nicht die irdische Zeiteinheit. Die Astronomie, die Wissenschaft selbst, ist genöthigt anzuerkennen, dass diese Zeiteinheit der *mittlere* Tag ist, sie kann sich aber keine Rechenschaft darüber geben, durch welche Bewegung der Erde dessen Dauer gemessen ist?

Nachdem wir wissen, dass die scheinbare tägliche Bewegung, sowohl des Sternhimmels als auch der Sonne, durch die Erdbewegung, also durch ihre Rotation erzeugt ist, können wir den Gang der Uhren betrachten.

Ist das Zifferblatt einer Uhr gegen Norden gekehrt, so bewegen sich ihre Zeiger im conträren Sinne der Rotation; ist es gegen Süden gerichtet, so ist ihre Bewegung in gleicher Richtung mit jener der Erde, von West nach Ost. Setzen wir den ersteren Fall und sagen: ein Stern culminirt im Zenith und die Sternuhr zeigt Null, der Stern ist in der Verlängerung des Stundenzeigers, so findet auch die Coincidenz des Meridians mit diesem Zeiger und Sterne statt. Stern und Zeiger bewegen sich mit derselben Geschwindigkeit gegen West, mit welcher sich der Meridian gegen Ost versetzt; nach 12 Stunden haben beide den Halbkreis von 180° beschrieben, der obere Meridian hat sich in den unteren, die Stunde null sich in die 12. Stunde verwandelt und der Stern — ist er ein Circumpolarstern — in seiner unteren Culmination beobachtbar. Nach anderen 12 Stunden ist die frühere Coincidenz der drei Dinge eingetreten; jene des Sternes mit dem Zeiger ist permanent, jene mit dem oberen Meridian in 24 Stunden einmal. Würde sich der Zeiger nicht bewegen, so würde seine Coincidenz mit dem Meridian permanent sein und mit dem Stern würde er nur einmal in 24 Stunden coincidiren. Ist das Zifferblatt gegen Süden gerichtet, so entfernt sich der Zeiger von dem Stern doppelt so weit als der Meridian, d. h. die Geschwindigkeit der Erdbewegung gesellt sich zur Geschwindigkeit des Zeigers; die Folge davon ist, dass dieser in 24 Stunden mit dem Stern zweimal coincidirt.

Was geht hier vor? Der Stern hat keine Bewegung und bleibt stets an demselben Orte des Himmels; ist der Zeiger immer in der Richtung

Digitized by Google

des Sternes, so hat er — in Bezug auf den Stern — gleichfalls keine Bewegung. So wie dieser Zeiger mit dem Stern, so bleibt der Meridian mit dem Nullpunct der Uhr unverrückt beisammen; es kann kein Zweifel darüber sein, dass der Stundenzeiger in 24 Stunden, eben so wie der Meridian seinen Kreis beschreibt, nur bewegen sie sich im conträren Sinne, in entgegengesetzter Richtung; die Folge davon ist, dass der Zeiger zwei Kreise beschreibt, einen gegen West und einen gegen Ost; da diese sich annulliren, so hat er in Bezug auf den Stern gar keine Bewegung: bewegt er sich aber im Sinne der Rotation, so hat er seine zwei Kreise in derselben Richtung beschrieben und ist in Bezug auf den Stern 720 Grade durchgelaufen; er hat in beiden Fällen um eine Umdrehung mehr gemacht als der Meridian.

Die langsamer gehende mittlere Uhr bleibt vom Stern zurück, vergleicht man aber ihren Gang mit der Sonne, so findet man dieselben Erscheinungen, welche wir eben betrachteten. Einmal in der Coincidenz mit der Sonne bleibt der Stundenzeiger permanent so, dass diese Coincidenz nicht genau ist; dass der Zeiger während des Jahres bald östlich, bald westlich von der Sonne fällt, ändert an der Sache nichts; wir wissen, dass auch die Sterne nicht ganz genau coincidiren und kennen die Ursache der Variationen, welche sich für die Sonne in Graden, für die Sterne in Secunden ausdrücken; wir wissen somit, dass diese Variationen des Mittags oder des Meridians mit der Rotationsdauer nichts gemein haben. Es fragt sich, ob die Uhren über diesen Umstand einige Aufklärung geben?

Die beiden Zeiger der Uhr bewegen sich in derselben Richtung mit einer verschiedenen Geschwindigkeit; während der Stundenzeiger in 24 Stunden 360° beschreibt, ist der Minutenzeiger 24 Kreise durchgelaufen, ihre Geschwindigkeit verhält sich demnach wie 1 zu 24. Während der Minutenzeiger seinen Kreis beschreibt, ist der Stundenzeiger 15° vorgeschritten, um ihn einzuholen muss ersterer noch einen Bogen über seinen Kreis beschreiben; die Frage ist, in welchem Puncte des Kreises und wie oft sie sich in 24 Stunden begegnen? Das Verhältniss ihrer Geschwindigkeit ist constant und bleibt in den kleinsten Theilen ihrer beständigen Bewegung dasselbe. Sind die beiden Zeiger vom Nullpunct ausgegangen, so ist die erste Coincidenz $1^h\,2'\,36''52$ und der Stundenzeiger hat den Bogen von $15^0\,39'\,7''826$ beschrieben, die zweite Begegnung ist um $2^h\,5'\,13''04$ und so weiter; es sind somit in 24 Stunden 23 Coincidenzen; der Stundenzeiger hat 23 mal $1^h\,2'\,36''52$ oder so vielmal $15^0\,39'\,7''86 = 360^0$ in 24 Stunden beschrieben, der Minutenzeiger hingegen ist 23 mal $(24^h + 1^h\,2'\,36''52)$ oder 23 mal $(360^0 + 39'\,7''826)$ durchgelaufen.

Diese Coincidenzen können wir mit den Conjunctionen, mit den Meridiandurchgängen oder mit der Rectascension eines Weltkörpers vergleichen. Wir sehen, dass diese „einmal weniger“ Coincidenz weder in der Geschwindigkeit noch in dem durchlaufenen Raum eine Aenderung hervor-

bringt, und dass die scheinbare Suppression eines Kreises die Folge der beiden combinirten Bewegungen ist. Dies ist der Fall mit den beobachteten Rectascensionen der Weltkörper, die stets in eine kleinere Periode eingeschlossen sind, als die Revolutivperiode des Körpers es in der That ist.

Stellen wir uns vor, dass der Minutenzeiger in Folge einer Aenderung des Mechanismus in der Uhr umgekehrt, also conträr dem Stundenzeiger sich bewegt. Hiedurch ist im Gange der Uhr nichts geändert, die Zeiger fungiren wie zuvor, das Verhältniss ihrer Geschwindigkeit bleibt dasselbe, aber die Coincidenzen sind verschieden, sie treten früher ein, da die Zeiger „gegeneinander" vorrücken. Vom Nullpunct ausgehend erfolgt die erste Coincidenz, bevor der Minutenzeiger seinen Kreis vollendet, sie findet um 0·96 Uhr statt; der Minutenzeiger hat somit $360^0 - 14^0\,24'$ beschrieben, um dem Stundenzeiger zu begegnen; es werden somit in 24 Stunden 25 Coincidenzen stattfinden; könnte man hieraus schliessen, dass der Minutenzeiger 25 Kreise beschrieben hat? Er verwendet für eine jede Begegnung 57′ 36″ Zeit und diese gibt 25mal genommen 24 Stunden, eben so viele Umdrehungen, wie auch $14^0\,14'$ 25mal genommen einen Kreis geben. Dieser Umstand enthält die Analogie der Erdrotation in Bezug auf einen Stern. Ist der Ausgangspunct des Minutenzeigers stets derselbe, der Nullpunct, so hat er nach jeder Begegnung um $14^0\,24'$ weniger Raum durchzulaufen; in Bezug auf den Stundenzeiger vermindert sich somit sein Kreis nach jeder Coincidenz um diesen Bogen, bei der 24. Begegnung hat er nicht mehr als $14^0\,24'$ durchzulaufen und die 25. findet im Nullpuncte selbst statt, ohne dass er sich zu bewegen hat.

Eben so beginnt die Erde eine neue Rotation nach der anderen, ihr Ausgangspunct ist in Bezug auf einen Vergleichsstern derselbe, durch die Traslationsbewegung versetzt, geht die Rotation in Bezug auf den Stern eben so vor, wie die Bewegung des Minutenzeigers in Bezug auf den Stundenzeiger vorgeht; der versetzte Rotationspunct geht dem Stern „entgegen" und so producirt sich „der eine Tag oder die eine Rotation mehr," welche in der Wirklichkeit nicht existirt, indem sich die Versetzung des Rotationspunctes, die Geschwindigkeit desselben, folglich die Dauer der Axendrehung nicht verändert. Wir sehen zugleich, dass, wenn man die Revolution zweier Himmelskörper, die sich in demselben Sinn bewegen, mit 360^0 annimmt und ihre Begegnung Conjunction nennt, diese weder den Kreis noch die Revolutionsdauer eines oder des anderen angibt; kennt man aber das Verhältniss ihrer Winkelgeschwindigkeit, so erhält man beide, wenn man die Differenz ihrer beschriebenen Bogen von der Conjunctionszeit abzieht; bewegen sie sich aber im conträren Sinne gegeneinander, so ist diese Differenz dem beschriebenen Bogen hinzuzufügen.

Indem die Sternuhr während des Jahres einen Kreis mehr als die mittlere Uhr beschreibt, so ist das Verhältniss ihrer Geschwindigkeit wie 366·2422 zu 365·2422; die erstere Zahl drückt die Anzahl der Tage im

Digitized by Google

Jahre in Sternzeit aus. Wie dieser „eine Tag mehr“ sich erzeugt, können wir aus dem Gange beider Uhren entnehmen.

Besteht das Jahr aus 365·24222 mittleren Tagen, so muss die Sternuhr, um während des Jahres einen Kreis mehr zu beschreiben, täglich einen Bogen von $360^0 : 365{\cdot}24222 = 59' 8''33$ über ihrem Kreis von 360^0 oder $3' 56''555$ über 24 Stunden durchlaufen. Die Sternuhr geht somit der mittleren Uhr täglich um $3' 56''555$ vor. Besteht aber das Jahr aus 366·24222 Sterntagen, so muss die mittlere Uhr, um eine Umdrehung „weniger“ zu machen, $360 : 366{\cdot}24222 = 58' 58''639$ in Bogen weniger als einen Kreis von 360^0 täglich beschreiben, oder in Zeit täglich um $3' 55''9093$ weniger angeben. Da nun $59' 8''33 \times 365{\cdot}24222 = 58' 58''639 \times 366{\cdot}24222 = 360^0$ sind, so ist es augenscheinlich, dass die Sternuhr im Vergleich zur mittleren Uhr *accelerirt*, diese hingegen, verglichen mit der Sternuhr, *retardirt*. Wir lernen aus diesem Umstande nur, dass die mittlere Uhr 366·24222 Sterntage benöthigt, um einen Kreis *weniger* zu beschreiben; wissen wir aber, dass der Tagbogen der Erde $59' 8''33$ ist, und dass die Sternuhr in 365·24222 Tagen — mittlerer Zeit — um einen Kreis mehr beschreibt, so können wir den klaren Beweis darin finden, dass die Revolutionsdauer der Erde nicht die siderische, sondern die tropische ist. Ist aber die Translationsperiode der Erde bekannt, so muss die Dauer ihrer Rotation, welche in dem innigsten Verband mit der Jahresdauer ist, hervorgehen, wenn man beide combinirten Bewegungen in ihrem Zusammenhang erkannt hat.

Die Theorie hat der Sonne eine täglich zunehmende Rectascension zugeschrieben, und selbst die practische Astronomie nimmt eine jährliche Bewegung derselben an, die Sonne bewegt sich im Sinne der Rotation und entfernt sich täglich von einem Vergleichsstern um $59' 8''33$, um so während 365·2422 Tage einen Himmelskreis zu beschreiben.

Ist somit die Rotationsdauer der Sterntag, kommt der Stern mit jeder vollbrachten Rotation in den Meridian, so muss der Rotationspunct, um die mit $59' 8''33$ vorgerückte Sonne einzuholen, sich noch um diesen Winkel oder Bogen drehen, wozu er $3' 56''555$ Zeit benöthigt; indem dies Tag für Tag stattfindet, muss die Erde sich einmal mehr umdrehen, als die Sonne das Jahr hindurch in den Meridian tritt. Dies ist der Sinn der theoretischen Anschauung, welche voraussetzt, dass die Erde ausser ihrer Rotation keine andere Bewegung hat, und dass statt ihr die Sonne jährlich einen Himmelskreis beschreibt. Der Umstand, dass die Sonne während des Jahres einen Kreis im conträren Sinne mit dem Sterne beschreibt, ist schon hinlänglich, um den Beweis zu liefern, dass sie um zwei Umdrehungen weniger als der Sternhimmel machen müsse, der seine 366·2422 Kreise in derselben Richtung beschreibt.

Die scheinbare Sonnenbewegung ist die wirkliche Erdbewegung! Die Substitution sagt somit, dass es die Erde ist, die sich „zwischen den

Digitized by Google

Sternen versetzt und verschiedene Constellationen durchwandert," dass es die Erde ist, welche „einen grossen Himmelskreis" beschreibt, dass es die Erde ist, die sich im Sinne der Rotation bewegt, dass es die Erde ist, die täglich den Bogen von 59′ 8″33 beschreibt; dass es die Erde ist, die sich von dem Stern täglich um diesen Bogen mehr entfernt. Soll man nun sagen, die Rotation muss täglich 3′ 56″555 verwenden, um die Erde einzuholen? Dies wäre wohl absurd; soll man sagen, die Rectascension der Erde nimmt täglich mit dieser Zeit zu? dies ist nicht beobachtbar, es ist aber an sich verständlich, dass die Erde mit ihrer Translationsbewegung ihren Rotationspunct sowohl als ihren Meridian mit sich nimmt; da nun diese nicht zurückbleiben, so müssen sie wohl den Tagbogen mit beschreiben.

Es stellt sich somit deutlich dar, dass indem Rotation und Translation in demselben Sinne gleichzeitig vorgehen, die Erde in derselben Zeit, während welcher eine Rotation sich vollendet, ihren Tagbogen beschreibt, dass demnach derselbe Erdpunct, welcher seine 360° durch die Axendrehung durchläuft, zugleich den Bogen von 59′ 8″33 an Translation beschreibt. Da nun die Erde zu ihrem Tagbogen einen mittleren Tag verwendet, so ist es unausweichlich, dass die Dauer ihrer Rotation dieser mittlere Tag sei. Das Verhältniss der Winkelgeschwindigkeit zwischen Rotation und Translation ist somit wie 365·24222 zu 1. Der Erdpunct oder der ihm zugehörige Meridian hat somit während des Jahres 365·24222 Umdrehungen an Rotation gemacht und überdies durch den täglichen Bogen von 59′ 8″33 während 365·2422 Tage einen Kreis beschrieben. Dieser jährliche Kreis, die Erdrevolutionscurve, ist die „eine Rotation mehr"der Theorie. Wir haben gesehen, dass, wenn die Erde in 23ʰ 56′ 4″0907 den Kreis beschreibt, so beschreibt sie in 24 Stunden 360° + 0°9856472, von diesen entfallen demnach 360° auf die Rotation und 0°9856 auf die Translation.

Aus diesen Thatsachen folgt 1., dass die irdische Zeiteinheit, der irdische Tag, die Rotationsdauer ist und durch die 24 Stunden der mittleren Uhr repräsentirt wird, 2. dass es keine Sternzeit gibt, die Zeiteinheit ist unabänderlich dieselbe, man kann von ihrer Dauer beliebige Quantitäten betrachten oder zur Rechnung nehmen, die Dauer selbst aber kann man weder verkleinern noch vergrössern, oder was dasselbe ist, man kann die Zeit nicht ändern; 3. es ist nicht die Sonne, die retardirt, es sind die Sterne, welche acceleriren, d. h. die Sonne hat keine Rectascension, sondern die Sterne kommen täglich um 3′ 56″555 früher in den Meridian, folglich nimmt ihre Rectascension täglich um diese Zeit ab; 4. die Sternuhr repräsentirt durch ihre einmalige Umdrehung den 0·9088 . . sten Theil der Zeiteinheit und dient durch die constante Differenz ihrer Geschwindigkeit als Controle, sie misst gleichsam durch ihre schnellere Bewegung die Zeit comparativ, sie ist aber mit keiner constanten Erdbewegung in *directer* Verbindung, denn ihr Gang bezieht sich auf die mittlere Uhr.

Digitized by Google

Wir sehen, dass aus dem Vergleich der Geschwindigkeit beider Uhren die Revolutions- und Rotationsdauer der Erde hervorgeht, betrachten wir noch schliesslich ihren Gang in Bezug auf ihre Coincidenzen.

Nehmen wir die mittlere Uhr als Basis, so geht die Sternuhr voraus, im entgegengesetzten Fall bleibt die mittlere Uhr zurück; es ist somit ganz gleich, welche Uhr zu der anderen verglichen wird, man erhält dasselbe Resultat; die Sternuhr macht während des Jahres eine Umdrehung mehr. Setzen wir den Fall, dass in dem Augenblick als die Sonne in den Frühlingspunct tritt, also mit dem Beginn des Jahres beide Uhren Null zeigen.

Hat die mittlere Uhr 24 Stunden = 360° beschrieben, so zeigt die Sternuhr 24 Stunden + 3′ 56″555, ihr Stundenzeiger ist 360° + 59′ 8″33 durchgelaufen. Umgekehrt, hat die Sternuhr einen Kreis beschrieben und zeigt wieder Null, so hat die Sonnenuhr 360° − 58′ 58″63 beschrieben und zeigt 23ʰ 56′ 4″091. Sowohl die Retardation der mittleren Uhr als die Acceleration der Sternuhr repräsentirt den Tagbogen der Erde oder die Acceleration der *Fixsterne*, nur muss man auf den ihnen zugehörigen Bogen Rücksicht nehmen. Ist nun die tägliche Retardation der mittleren Uhr bekannt, so fragt es sich, in welcher Zeit wird diese 360° oder 24 Stunden voll machen?

Hat die Sternuhr 365 Revolutionen gemacht und zeigt wieder Null, so zeigt die mittlere Uhr 4′ 53″106 und hat 364 Umdrehungen gemacht, sie ist somit während dieser Zeit um 23ʰ 55′ 6″874 zurückgeblieben, nach der nachfolgenden 366. Revolution der Sternuhr fehlen ihr noch 57″197 von 24 Stunden, die beiden Uhren müssen folglich noch einige Zeit über 366 Sterntage sich fortbewegen, damit der Unterschied ihrer Revolutionen = 1 werde. Der Augenblick einer vollbrachten, verspäteten Revolution wird erhalten, wenn man 24 Stunden durch 3′ 55″9093 oder 360° durch 0° 98295 . . . theilt, beide Divisionen geben 366·24222; hieraus folgt, dass die beiden Uhren in dem Augenblick 5ʰ 48′ 47″57 zeigen, als eine Revolutivperiode der Erde, das tropische Jahr vollendet ist.

Der Tagbogen der Erde in Zeit ist = 236″5554 und die beiden Divisionen geben 360 : 0·9856472 = 24ʰ : 236″5554 = 365·24222, die Zahl der Tage im Jahre, woraus ersichtlich wird, dass der eine Tag *mehr* durch die grössere Geschwindigkeit der Sternuhr hervorgebracht ist.

Die 366·24222 Umdrehungen des Sternhimmels müssen sich wohl alle gleich sein, aus 360° bestehen; es fragt sich, repräsentirt der Ueberschuss einer Umdrehung die mittlere oder die Sternzeit? Es bedarf nur einer klaren Anschauung des Phänomens um zu sagen, dass auch dieser additionelle Tag ein mittlerer ist.

Fragen wir nun, wann die beiden Uhren wieder im Nullpuncte coincidiren, so ist diese Frage gleichbedeutend mit jener, wann wird das bürgerliche Jahr mit dem astronomischen zusammenfallen? Die ein-

fache Antwort ist *nie*, indem die Verhältnisszahlen zwischen Jahr und Tag incommensurabel sind. Nach dem zweiten Jahre z. B. werden die beiden Uhren zugleich $11^h 37' 35''14$, nach dem dritten Jahre $17^h 26' 22''71$, nach dem vierten $23^h 15' 10''28$ und so fort zeigen, was nichts anderes ist, als die jährliche Addition von 0·24222 Tagen. Wenn somit nach jeden 4 Jahren ein Tag eingeschaltet wird, so hat man um $44' 49''72$ mehr genommen, man wird daher in hundert Jahren 24, in tausend Jahren 242 und in 10000 Jahren 2422 Tage intercaliren. Nachdem man auf diese Art 365 Tage, also ein ganzes *bürgerliches* Jahr während 1507 Jahre eingeschaltet hat, so werden die beiden Uhren im Anfange des entsprechenden astronomischen Jahres 0·02554 Tage oder $18' 23''33$ zeigen.

Um uns die Erdbewegung durch ein Beispiel zu versinnlichen, setzen wir den Fall, es macht Jemand die Tour um die Erde in gleichen Tagereisen genau während einer Jahresdauer. Er hat denselben Weg gemacht, den ein Erdpunct durch die Rotation in 24 Stunden vollendet, er hat unabhängig von der Erdbewegung einen Himmelskreis beschrieben.

Indem der Erdumkreis von 360^0 24 Stunden entspricht und somit alle Meridiane zwischen 0^0 und 24^0 enthält, so hat der Reisende täglich nur einen Bogen von $59' 8''33$ zu beschreiben, oder was dasselbe ist, sich täglich unter einen anderen Meridian zu versetzen, der von dem früheren $3' 56''555$ absteht. Indem der grosse Kreis der sphärisch gedachten Erde 10000 Meilen enthält, so hätte der Reisende täglich 27·38 Meilen durchzuwandern. Nehmen wir an, der Tourist befindet sich im Meridian Null und nimmt seinen Weg gegen Ost; es ist selbstverständlich, dass ein Stern sowohl als die Sonne, wenn diese sich bei seiner Abreise im Meridian befanden, mit jedem Tage um $3' 56''555$ ihm entgegen kommen und somit das Jahr hindurch für ihn um einmal mehr in den Meridian treten, als sie sonst zu kommen pflegen. Der Reisende wird somit dem Stern während seiner ganzen Tour 367mal, der Sonne 366mal begegnen. Macht er seine Tour gegen West, so ist es umgekehrt, Stern und Sonne kommen das Jahr hindurch um einmal weniger mit ihm in Coincidenz, dem Stern begegnet er 365mal, der Sonne 364mal.

Aus dem Umstand, dass die Sonne in beiden Fällen um eine Umdrehung weniger macht als der Stern, folgt unmittelbar, dass auf diesen Unterschied die Rotation keinen Einfluss hat, dass er somit nothwendigerweise durch die Translation erzeugt ist, welche sich nicht auf die Sonne sondern auf den Sternhimmel bezieht. In der That hat der Tourist, der die beiden Bewegungen der Erde mitmacht, indem er sich gegen Ost bewegt, nicht nur die Rotation sondern auch die Translation repräsentirt, er hat den Rotationspunct verlassen und hat einen Jahreskreis beschrieben; er hat den Jahreskreis der Erde verdoppelt, eine Umdrehung des Himmels mehr bewerkstelligt. Indem er den Tagbogen der Erde verdoppelt, kommt die Sonne täglich um $3' 56''55$, der Stern um $7' 53''11$ früher in den Meridian.

In der Richtung gegen West hat er die Translation der Erde supprimirt, der Stern kommt täglich um 24 Uhr in den Meridian, die Sonne um 3′ 56″55 später. Dies wäre der Effect der Retrogradation der Rotation, oder des Rücklingsgehens der Erde.

Sind Sonne und Stern gleich unbeweglich, so ist kein Grund vorhanden, warum die Erde nicht in Bezug auf beide sich gleichartig bewegen sollte? Es geht aber aus allen unseren verschiedentlichen Betrachtungen und Vergleichen hervor, dass die jährliche Bewegung der Erde durch den einen Kreis *mehr* des Sternhimmels, nicht aber durch die Sonne angegeben ist, woraus dann der unausweichliche Schluss hervorgeht, dass die Erde nicht *um die Sonne* kreiset; was auch der Umstand deutlich zeigt, dass die scheinbare jährliche Bewegung der Sonne in der Richtung der Erdbewegung stattfindet, was ganz unmöglich wäre, wenn die Erde sich um den Mittelpunct der Sonne bewegen würde.

Nach der von den beiden Uhren erhaltenen Instruction glauben wir, uns der eitlen Hoffnung hingeben zu können, dass, wenn ein gelehrter Autor der fernen Zukunft eine populäre Astronomie zur Welt befördert, er in seinem Werke nicht sagen wird, dass die „wahre Rotationsperiode der Erde 23ʰ 56′ 4″0907 ist," sondern den fraglichen Gegenstand seinen Lesern beiläufig wie folgt darlegt.

Nach den ältesten Beobachtungen und Bestimmungen der Astronomen wird der irdische Tag, der Sonnentag, mit 24 Stunden angenommen, und das seit undenklichen Zeiten unverändert gebliebene Jahr besteht aus 365·2422 solchen Tagen. Nach den genauesten Beobachtungen ist die Zeit, welche zwischen zwei aufeinanderfolgenden Meridiandurchgängen eines Sternes verfliesst 23ʰ 56′ 4″0907; während dieser Zeit hat somit der Stern einen Vollkreis von 360° beschrieben, und der ganze Sternhimmel scheinbar eine Umdrehung gemacht.

Aus den eben so genauen Sonnenbeobachtungen geht hervor, dass dieser Weltkörper im Mittel täglich nach 24 Stunden in den Meridian kommt, somit während des Jahres eben so viele Kreise beschreibt, als es Tage im Jahre gibt. Nebst ihrer täglichen Umdrehung hat die Sonne scheinbar noch eine jährliche; sie beschreibt nämlich in 365·2422 Tagen einen Himmelskreis von 360°, fügen wir diesen Kreis ihren Tageskreisen hinzu, so haben Sonne und Sterne während des Jahres 366·2422 Umdrehungen gemacht, daher eben so viele Kreise beschrieben. Die Fraction von 0·2422 Jahren gibt den Bogen von 87° 11′ 59″71.

Es ist wohl zu merken, dass auch der Sternhimmel nebst seinen täglichen Umdrehungen gleichfalls eine jährliche Bewegung hat, da aber diese beiden Bewegungen in demselben Sinne vorgehen, so sind sie miteinander vermengt, wo hingegen die jährliche Bewegung der Sonne von ihrer täglichen deutlich geschieden ist, da sie im contraren Sinne vorgehen. Die Sonne beschreibt in 24 Stunden 360°, der Stern 360° + 59′ 8″33; aus

Digitized by Google

diesem Umstande geht es hervor, dass die Sterne sich mit einer grösseren Geschwindigkeit bewegen als die Sonne.

Wir wissen, dass es absurd wäre anzunehmen, dass die fixe Sonne sowohl, als auch die ganze Crystallsphäre sich täglich und jährlich um die Erde drehen, wir müssen somit als eine Thatsache erkennen, dass die scheinbare Bewegung der Sonne und der Sterne von der wirklichen Bewegung der Erde hervorgebracht ist. Aus dieser Thatsache folgt von selbst, dass, um dieses Phänomen hervorzubringen, die Erde eine Doppelbewegung, eine tägliche nämlich und eine jährliche haben, und dass diese ihre beiden Bewegungen in derselben Richtung vorgehen, daher mit einander vermengt sein müssen.

Es hat sich auch wirklich schon vor der Erfindung der Fernröhre als eine Thatsache herausgestellt, dass die Erde mit einer Rotation versehen ist, welche ihre tägliche Bewegung vorstellt und überdiess eine Translations- oder Circulationsbewegung hat, um ihre sogenannte Bahn während des Jahres durchzulaufen.

Dass ein Punct der Erdoberfläche während der Dauer einer Axendrehung einen Kreis von 360° beschreibt, daran hat noch nie ein Geometer gezweifelt; dass aber die Revolutivcurve der Erde, ihre Bahn nämlich, gleichfalls 360° ausmacht, das ist durch alle beobachteten Erscheinungen bestätigt. Es ist somit abermals eine Thatsache, dass die Erde während eines Jahres von 365.2422 Tagen ihre Revolution vollendet und während dieser Zeit volle 360°, nicht mehr und nicht weniger, durchläuft, als hätte sie einen wirklichen Kreis beschrieben.

Kommt nun von den 366·2422 durch die Sterne beschriebenen Kreisen einer auf die Translation der Erde, so bleiben sehr einfach — 365·2422 Kreise übrig, welche nothwendigerweise durch die Rotation beschrieben sind, woraus dann handgreiflich hervorgeht, dass die Erde das Jahr hindurch so viele Axendrehungen macht als Tage im Jahre sind, dass folglich die Dauer einer Rotation der Sonnentag ist.

Der Sternhimmel macht seine Umdrehungen von Ost nach West, folglich dreht sich die Erde von West nach Ost. Dieses Phänomen ist somit klar und lässt nicht verschiedene Auslegungen zu; anders ist es mit der scheinbaren Sonnenbewegung, diese ist nicht in Harmonie mit der bisher betrachteten Erdbewegung, indem die Sonne, eben sowie der Sternhimmel, 365·2422 Tageskreise von Ost nach West, einen Jahreskreis aber, der Sternenbewegung conträr, von West nach Ost zu beschreiben scheint. Diese jährliche Sonnenbewegung haben die Astronomen als eine Realität anerkannt und haben auch der Sonne eine Rectascension zugeschrieben, welche täglich mit 3′ 56″555 zunimmt.

Diese jährliche Sonnenbewegung, im Sinne der Erdbewegung, existirt aber nicht. Würde die Sonne während des Jahres 365·2422 Kreise gegen West und einen gegen Ost beschreiben, so würden sich zwei Kreise

Digitized by Google

annulliren, und die Sonne könnte nur 364·2422 Kreise gegen West beschreiben, folglich nur sovielmal das Jahr hindurch in dem Meridian erscheinen. Ferner, um die 365·2422 täglichen Kreise der Sonne zu erzeugen, macht die Erde — wie natürlich — eben so viele Axendrehungen von West nach Ost; um den scheinbaren Jahreskreis der Sonne hervorzubringen, müsste somit die Erde eine Umwälzung von Ost nach West, also im conträren Sinne ihrer Rotation machen, woraus ein Widerspruch mit der Thatsache folgen würde, dass nämlich die Translation der Erde im conträren Sinne ihrer Rotation vorgeht. Es ist aber an sich klar, dass die Erde nicht zweierlei Bewegungen, eine directe für den Sternhimmel und eine retrograde für die Sonne haben kann; hieraus wird es aber deutlich, dass die Translation der Erde von der Sonne nicht reproducirt, dass somit die jährliche Bewegung der Sonne eine Illusion ist.

Die von der Sonne täglich beschriebenen 360° enthalten von der Translation nichts, sie gehören der Rotation allein an, wo hingegen die während dieser Zeit — der Tagesdauer — von dem Sternhimmel beschriebenen 360° + 59′ 8″·33 sowohl die Rotation als auch die Translation enthalten, und es ist deutlich, dass der Kreis durch die Rotation, das Plus aber, der Tagbogen der Erde, durch die Translation gegeben ist. Aus diesem Umstande könnte man schliessen, dass die Translationsbewegung der Erde, oder doch dieser jährliche Kreis *mehr* sich auf den Sternhimmel, nicht aber auf die Sonne bezieht.

Die Sterne kommen in gleichen Zeitintervallen in den Meridian, die Sonne aber fast jeden Tag zu einer anderen Zeit, im Vergleich zum mittleren Mittag bald früher bald später. Die Rotation der Erde ist die einzige gleichförmige Bewegung, welche die Astronomie bis jetzt kennt, sie ist sich beständig gleich geblieben. Würde nun die scheinbare Sonnenbewegung in ihren kleinsten Details durch die Rotation allein erzeugt sein, so müsste die Sonne täglich genau zu derselben Zeit in den Meridian treten; da aber dies nicht der Fall ist, so muss wohl die Erde noch eine Art Bewegung haben, welche verschieden von der bisher betrachteten das Phänomen der Variationen des Mittags hervorbringt, und welche sich auf die Sonne, nicht aber deutlich auch auf den Sternhimmel bezieht. Diese bisher ungekannte Bewegung der Erde geht aus dem System von Copernik nicht hervor, da sie aber von den Phänomenen angezeigt ist, muss sie durch ein aufmerksames Studium dieser Phänomene ausfindig gemacht werden können.

Aus der genauen Betrachtung der Phänomene, der scheinbaren Bewegungen der Himmelssphäre und der Sonne, können wir überhaupt den Schluss ziehen, dass die Erde nicht um den Mittelpunct der Sonne circulirt, woraus dann ein, alle gutgesinnten Astronomen tief betrübendes Resultat erscheint, dass nämlich die Erde nicht nach dem System von Copernik sich bewegt.

Wir haben gesehen, dass die beiden Uhren mit dem Schlusse des Jahres coincidiren, sie zeigen dieselbe Zeit. Könnten wir diesen Uhren ein blindes Vertrauen schenken, so müssten wir in diesem Umstande den Beweis finden, dass das siderische Jahr gleich dem tropischen ist, mit anderen Worten, dass die Sonne, die mit einem Stern, mit dem Bogen des Jahres zugleich im Meridian war, nach Ablauf des Jahres mit denselben wieder coincidirt, nur hätte der Stern — wie die Uhr — um einen Kreis mehr als die Sonne beschrieben. Diese Coincidenz findet aber nicht statt, der Stern steht von der Sonne 50″23 und zwar östlich ab; nach dem zweiten Jahre wird er 100″46 und so fort mit jedem folgenden Jahre weiter abstehen. Es fragt sich nun, warum coincidiren Stern und Sonne nicht? Hat sich die Sonne mit diesen 50″23 vom Sterne westlich, oder dieser von der Sonne um so viel östlich entfernt? Ein Nichtastronom würde, ohne sich lange zu besinnen, für den ersteren Fall entscheiden, indem nach seiner schwachen Einsicht ein einzelner Körper sich leichter versetzen kann als der ganze Himmelsglobus; hier handelt es sich aber nicht um solche Schlüsse aus dem Stegreif, es fragt sich, was ist mehr fix die Sonne oder die Sterne? Da man keinem von beiden den Vorzug einräumen kann, muss man sie als gleich fix betrachten, woraus dann klar hervorgeht, dass sie sich von einander nicht entfernen können und folglich das Phänomen eine wahre Perturbation ist.

Es hat sich erwiesen, dass das Rückgängigmachen der Erdrotation eine verunglückte Unternehmung war, denn die Dauer derselben ist sich gleich geblieben; es ist somit der Zukunft, den genauen Untersuchungen und weiteren analytischen Bestimmungen vorbehalten, den unumstösslichen Beweis zu liefern, dass die allgemeine Präcession, die allgemeine Perturbation ist, in Folge welcher der Gesammtinhalt, alle Bewohner des Himmels, in eine beispiellose Verwirrung gebracht sind. Diese unheilvolle Präcession ändert nicht nur die Rectascension und die Declination aller Sterne, und zwar auf verschiedene Art, verändert nicht nur die Dauer des irdischen Jahres, aber was viel mehr und gewichtiger ist, sie ändert sogar die numerischen Bestimmungen der Astronomen! Man soll sich daher nicht darüber verwundern, wenn in der allgemeinen Verwirrung auch die Sternuhr ein wenig schneller geht als sie in Folge der Universalperturbation gehen sollte. Sie sollte nämlich am Ende des Jahres mit der mittleren Uhr nicht coincidiren, sondern um 3″3492 weniger zeigen als sie zeigt. Was aber sind 3″3492 Oscillationen des siderischen Secundenpendels mehr oder weniger im Jahre? Nicht einmal ein Hundertel der Secunde per Tag und 26000 Jahre für 24 Stunden?

Die Sterne verändern ihre Rectascension verschiedentlich, die einen mehr, die anderen weniger; die Veränderungen sind periodisch; während einer Periode kommt der Stern früher, während einer anderen Periode später in den Meridian; kann man von der Sternuhr rationell fordern,

Digitized by Google

dass sie sich zugleich nach einem jeden Stern richten soll? So z. B. soll sie für 51 Cephei um 30″35 jährlich früher, für 1 Ursae minoris aber um 57″82 später gehen; dem σ Octantis zu lieb soll sie gar mit 109″74 jährlich vorauslaufen. Wir müssen gerecht und auch einsichtsvoll sein, wir müssen erkennen, dass kein constantes Himmelsphänomen existirt, dessen Dauer den 24 Stunden der Sternuhr entspricht, wo hingegen die mittlere Uhr sich klugerweise an die unabänderliche Dauer der Erdrotation hält.

DIE ATMOSPHÄRE UND DAS LICHT.

[1.] Diese beiden Elemente scheinen keinen directen Einfluss auf die Bewegung der Weltkörper auszuüben, da sie aber die Bedingungen unserer Vision enthalten, bilden sie zugleich die Grundlage der Beobachtung.

Wir sehen in der That nichts als Licht, sei es, dass es sich isolirt, geformt als Punct oder Flamme zeigt, oder aber zerstreut, verbreitet und mit der Materie vereinigt an dieser hängend erscheint; wir sehen es durch die oder mit Hilfe der Atmosphäre.

In diesem Sinne genommen sind diese beiden Elemente für den Erdbewohner unzertrennlich. Wir befinden uns inmitten beider, von ihnen umgeben, durch sie eingehüllt und, da wir so zu sagen beständig in ihrer Gesellschaft sind, ist ihr Einfluss auf uns organische Geschöpfe unverkennbar; ihre Wirkungen sind durch unsere Sinne so kräftig angezeigt und empfunden, dass wir erkennen müssen, dass sie sich zu den Bedingungen unserer Existenz selbst reihen.

Dieses betrachtet, sollten die Atmosphäre und das Licht die Hauptgegenstände der ernstesten und anhaltenden Studien sein, und indem sie Jedermann gleich afficiren, ist es deutlich, dass das Studium ihres Wesens und ihrer Eigenschaften allgemein sein sollte. Es ist nicht so; Jahrhunderte hat der Mensch durchgewandert, er ist zu einem bedeutenden historischen Alter gelangt, und er kennt weder das eine noch das andere dieser Elemente.

An Arbeitern hat es indessen nicht gefehlt, und besonders in Bezug auf das Licht hat das abgelaufene Jahrhundert viel — Lärm gemacht. Wozu führten die unzähligen, mit stets erneuerten Instrumenten und Apparaten gemachten Experimente? Welches ist, oder vielmehr welches wird das Resultat des geräuschvollen kleinen Krieges zwischen Emanation und Vibration? Wird er bis zum Ende der Welt fort onduliren, oder ist Aussicht da auf eine Emanation des Friedens?

Wenn aber der Mensch nicht zur näheren Kenntniss jener Naturelemente gelangt, welche zu ihm die nächsten sind, mit welchen er in steter Berührung bleibt, wie kann er behaupten, zur Kenntniss jener Elemente oder Kräfte gekommen zu sein, welche

ferner von ihm ausser dem Bereiche der Erde sich befinden? Ein wenig Nachdenken vor dem Urtheile kann — nicht schaden.

Mitten unter den vielfältigen Studien und Experimenten, welche auch genau berechnet werden, begegnet man nur verworrenen Ideen und Widersprüchen; vergebens sucht man nach festgestellten Grundsätzen, welche dem Gedanken als Leitfaden dienen könnten. Nachdem man die verschiedenen Modificationen des Lichtes classificirt und mit eigenen Namen belegt, ihre Gesetze aufgestellt und mit Ziffern bewiesen hat, ist man genöthigt, zu erklären, dass man „nicht weiss, was das Licht ist!"

Die Astronomie hat die Atmosphäre und das Licht nicht zu Gegenständen ihrer speciellen Studien genommen: sie entlehnt ihre Kenntnisse aus der Physik, aus deren optischem Theile, und wir werden alsbald sehen, wie diese wenigen Elementarbegriffe schon verstümmelt, entstellt, verwirrt werden von Jenen, die sich mit der Erklärung der Phänomene befassen. Und dennoch hat sich die erklärende Astronomie an die Aufstellung von Theorien über atmosphärische und Lichterscheinungen gemacht.

[2.] Zu allen Zeiten war man der Meinung, dass das Licht eine ihm eigenthümliche Bewegung hat, und dass es, um uns sichtbar zu werden, sich fortbewegen muss. Die Alten glaubten, dass die Geschwindigkeit des Lichtes unendlich ist, die neueren haben ihm eine progressive Transmission, eine messbare Versetzungsgeschwindigkeit zugeschrieben.

Im Allgemeinen kann jede Action, jede Wirkung so betrachtet werden, als würde sie mit der Bewegung verbunden sein oder dass sie durch die Bewegung selbst hervorgebracht ist. Wenn man nun sagt, dass das Licht sich vertheilt, sich verbreitet, sich fortpflanzt etc., so ist es natürlich, dass die Idee der Bewegung mit auftritt. Man suchte somit, durch die Analogie geleitet, die Geschwindigkeit aller vorausgesetzten Bewegungen zu bestimmen, und so gelangte man nach und nach zur Bestimmung der Geschwindigkeiten aller Elemente oder Kräfte der Natur, unter welchen sich das Licht, die Wärme, die Electricität, ja sogar die Attraction befinden. Die bekannte Geschwindigkeit des Schalles z. B., welches Phänomen ausschliesslich und mittelbar durch die Atmosphäre erzeugt ist, dürfte ihrerseits zur Meinung beigetragen haben, sowie auch manche sichtbare Bewegungen gewisser Lichterscheinungen, unter diesen der Blitz, die Sternschnuppen, die Cometen etc., und insbesondere aber das — Feuerwerk.

Die Naturkräfte sind unbekannt und im Allgemeinen unsichtbar; es ist somit sehr schwer anzuzeigen, worin der Unterschied zwischen ihnen besteht? Es ist schwer, die Grenze der Analogie zu finden, woraus folgt, dass die Ideen, welche man sich von den

Digitized by Google

Kräften macht, sehr verschieden und oft einander entgegengesetzt sind. Aus dieser natürlichen Sachlage schliessen wir, dass die Verschiedenheit der Ideen oder Ansichten weder festgestellte Begriffe, noch erworbene Kenntnisse vorstellen, und dass man besser thun würde, sie in die Wissenschaft nicht aufzunehmen, dass man vorzugsweise auszuweichen suchen sollte, jene anzuwenden, welche sich widersprechen.

Die grösste Zahl der Ansichten und Meinungen entsteht durch die Einbildung. Einmal aufgestellt, lässt sich eine Idee nicht mehr erschüttern, ja selbst das Zeugniss der Sinne bleibt unbeachtet. Niemand hat z. B. noch begriffen, wie das Licht der Himmelskörper in unser Auge gelangt, Niemand hat noch einen sich bewegenden Lichtstrahl gesehen; Niemand weiss, was die Einheit des Lichtstrahles ist etc., und dennoch behauptet man, dass das Licht oder sein Strahl fortgeht, dennoch zählt man die Strahlen, wie man vereinzelte Objecte zusammenzählt, ja man lässt sie nach Gesetzen agiren!

Das Phänomen des Regenbogens z. B. ist, wie man sich gerne ausdrückt, gar strenge erklärt und durch den exacten Calcul bewiesen. Folgt aber hieraus, dass das Licht direct von der Sonne ankommt, welches durch die wässerige Atmosphäre zersetzt wird? Die Explication und Demonstration gründen sich auf zwei Voraussetzungen, von welchen sich keine bewahrheitet. Die eine ist, dass das Licht selbst (in eigener Person) sich bewegt, und die zweite, dass das weisse Licht sich in Farben decomponirt, welche Farben sich dann wieder in ein weisses Licht recomponiren lassen.

Durch seine Sublimität, oder wie man zu sagen pflegt, durch seine Natur ist das Licht so sehr über die intellectuelle Fähigkeit des Menschen erhaben, dass wir in Bezug auf seine Action nicht einmal wissen, was wir eigentlich sehen. So kann z. B. ein Experimentator in der Optik nicht wissen, was in seinem schwarzen Kasten vorgeht, er muss glauben, dass das Licht von Aussen in seine schwarze Kammer eindringt und so lange fortsetzt hineinzudringen, bis er deren Oeffnung nicht schliesst.

Die ausserordentliche Zartheit des Lichtes kommt aber der Atmosphäre nicht zu, welche trotz ihrer vollkommenen Durchsichtigkeit, trotz ihrer Unsichtbarkeit eine ziemlich schwere Materie ist. Man kennt mehrere physische und chemische Eigenschaften der Luft; über ihre Fähigkeit das Licht zu brechen hat man eine Theorie gegründet, was jedoch nicht hindert, dass sie das Licht auch reflectirt, dass sie undurchsichtig (opak), ja sogar ein fester Körper wird, wenn die Theorie es für nöthig findet.

[3.] Um ein kleines Beispiel zu geben, wie die festgewurzelten Ideen trotz und gegen die Fortschritte der Wissenschaft selbst

Digitized by Google

noch aufrecht bleiben und wie die Theorie noch an selben hängt, wenn ihre Unbrauchbarkeit auch Jedermann klar geworden ist, wollen wir jener Ansicht oder Theorie erwähnen, welche man über die Reflexion der Atmosphäre aufgestellt hat.

In den Lehrbüchern findet man sogar ein „atmosphärisches Licht“ und Arago sagt I. p. 188: „Man kann die Atmosphäre „als einen Planeten von unbestimmten Dimensionen betrachten, „indem jedes seiner Molecule dem Auge die Lichtstrahlen so zu„sendet, wie dies alle Puncte eines Planeten thun.“ Es wird gelehrt, die Morgen- und Abendröthe (Dämmerung) sind das von der Atmosphäre reflectirte Sonnenlicht und in Folge dieser Einbildung sucht man durch die Ausdehnung der Dämmerung die Höhe der Atmosphäre zu bestimmen.

Irren wir uns nicht, so sagt die Optik deutlich genug, was man unter „Zurückstrahlung“ des Lichtes zu verstehen hat? Sie sagt, es sind die opaken Körper, die nichtdurchsichtige Materie vor allem, welche das Licht oder seine Strahlen zurückwerfen. Das polirte weisse Glas und das reine ruhige Wasser scheinen eine Ausnahme zu machen, indem sie beide das Licht durchlassen und zugleich reflectiren, aber die Spiegelreflexion hat im allgemeinen einen speciellen Character und mit der atmosphärischen Reflexion nichts gemein.

Das Licht zurückwerfen ist synonym mit dadurch erleuchtet oder beleuchtet zu sein; im engeren Sinne will die Reflexion sagen, die Lichtstrahlen zurückzusenden in der Richtung, in welcher sie gekommen sind, je nach ihren Einfallswinkeln.

Hieraus folgt, was Jedermann weiss, dass ein Körper an jener Seite erleuchtet ist, welche er dem gegen ihn strömenden Lichte zuwendet, d. h. die Reflexion ist gegen das auffallende oder beleuchtende Licht. Um nun das reflectirte Licht oder den beleuchteten Körper zu sehen, ist die unerlässliche Bedingung, dass man sich zwischen den beiden Lichten oder doch angular situirt, zwischen dem beleuchtenden und dem reflectirten Lichte stellt oder mit einem Worte, man muss günstig gestellt, nahezu in Conjunction sein. Schaut man gegen das beleuchtende Licht, so sieht man es wohl, nicht aber den beleuchteten Körper.

Sagt man nach diesen Bemerkungen, dass z. B. die Morgenröthe (aurore) ein von der Atmosphäre reflectirtes Sonnenlicht ist, so können wir sie nicht anders sehen, als wenn wir uns, über die Atmosphäre hinaus, zwischen sie und die Sonne stellen; wenn wir aber unsere innere Stellung nicht verlassen, so ist es die Dämmerung, welche zu uns kommt, indem sie die diaphane Luft durchdringt! Da wir aus der Atmosphäre nicht hinaus können, so muss wohl der zweite Fall eintreten, woraus aber folgt, dass die Atmo-

Digitized by Google

sphäre das Licht wohl durchlässt, nicht aber reflectirt. Da es aber dennoch wahr ist, dass die Morgen- und Abendröthe ein reflectirtes Licht ist, so entsteht die Frage wie und wodurch die Reflexion stattfindet? Beseitigt man den irrigen Begriff, nach welchem die unsichtbare Luft durch das Licht der Sonne sichtbar erscheint, so wird man durch die Auflösung der Frage begreifen, dass die Reflexion von der Oberfläche der sphäroidischen Erde ausgeht und das auf diese Art erzeugte Licht, die Dämmerung, durch die diaphane Luft sichtbar wird. Die Atmosphäre enthält nun das Morgen- und Abendlicht eben so wie die Tagesflamme, so wie sie alles in sich aufnimmt oder umfasst, was sich in dem von ihr ausgefüllten Raume befindet.

Jedermann weiss, dass die Wolken, welche über uns, also zwischen der Sonne und der Erdoberfläche kommen und gehen, den leuchtenden Weltkörper mehr oder minder verdunkeln, ja auch gänzlich verdecken und je nach ihrer Dichte verschiedene Phänomene zeigen. Die halbdurchsichtigen, durchscheinenden zerstreuen sich vor der Sonne bald, die mehr dichten, welche auch an weisser Farbe intensiver sind, machen den Effect einer Lupe, sie bilden durch die Refraction einen Brennpunct und üben eine excessive Hitze auf jene Objecte aus, welche sich in der Linie des Brennpunctes und der Sonne befinden. Dieses Phänomen kennen die Gärtner sehr wohl, denn oft verlieren sie auf diese Art manch kostbare Pflanze. Die schwarzen Wolken endlich lassen gar kein Licht mehr durch, sie werfen die Sonnenstrahlen zurück, aber ihr Schatten, der auf der Erde sich fortbewegt ist viel dunkler als jener der weissen Wolken. Vor Sonnenaufgang und nach ihrem Untergang beleuchten sich die Wolken je nach ihrer Höhe und Dichte, sie zeigen die Nuancen aller Farben, woraus man nach einer ganz neuen Entdeckung schliessen muss, dass sie verschiedene Metalle enthalten, welche durch die Spectral-Analyse herauszubringen sind. Bei allen diesen hat die Atmosphäre nichts anderes zu thun als die Wolken und ihre Phänomene zu beherbergen und selbe uns sehen zu lassen.

Der Unterschied zwischen Wolke und Luft ist nicht schwer aufzufassen, letztere kann, selbst in ausnahmsweisen Fällen, nie eine Reflexionsfähigkeit erlangen. So z. B. wird das Licht selbst von dem dichtesten Nebel nicht reflectirt; wollte man aber annehmen, dass der Nebel das Licht zurückwirft, so hätte man sich überzeugt, dass das auf diese Art reflectirte Licht nicht sichtbar ist.

Betrachtet man die Verschiedenheit der Ideen, welche man sich über die Phänomene des Lichtes macht, so muss man sich wundern, dass noch Niemand behauptet hat, die Dämmerungen seien das unveränderte Licht der Sonne selbst, welches sich vor

Digitized by Google

ihrem Aufgang und nach ihrem Untergang zeigt, sei es nun ob man dieses Licht Sonnenatmosphäre, Sonnenphotosphäre, oder Sonnenkrone heisst; die an Imagination so reichen Erklärer könnten sagen, dass dieses Licht die Erde tangential trifft und daher leicht begreiflich ist, wenn wir es nicht sehen, während die Sonne selbst sichtbar ist, und warum wir es sehen, wenn die Sonnenscheibe nicht weit unter dem Horizont sich befindet?

Wir bemerken, dass die vollkommene Durchsichtigkeit der Atmosphäre betrachtet, für ein jedes Kind begreiflich ist, dass wenn sie das Licht reflectiren würde, wir uns beständig in ihrem Schatten befinden würden, ohne jemals die Sonne zu erblicken, oder irgend ein Licht am Himmel oder auf Erden selbst zu sehen und dass, wenn man noch fortfährt in den Schulen zu lehren: „die Dämmerung sei das von der Atmosphäre reflectirte Sonnenlicht," man klar beweist, dass man sehr opak sein kann, ohne zu reflectiren.

[4.] Es ist natürlich, dass wir die Phänomene nach unserer Vision beurtheilen, nach dem Eindruck, welchen sie auf unsere Sehorgane ausüben, d. h. je nachdem sie sich in Folge der Construction unserer Augen zeigen.

Ein zu gleicher Zeit von vielen Personen beobachtetes Phänomen zeigt sich mehreren unter ihnen auf verschiedene Art, und jeder ist der festen Ueberzeugung, dass er richtig gesehen hat; denn es gibt keine Stufenleiter, keinen Maasstab, nach welchen die Verschiedenheit und Normalwerth des Sehvermögens verglichen oder bestimmt werden könnte.

Die grösste Anzahl der Phänomene, seien diese gross oder klein, ist somit durch unsere Vision afficirt und es ist fast unmöglich zu unterscheiden, welchen Antheil sie nimmt und welchen Einfluss sie ausübt bei der Gestaltung der hervorgebrachten Phänomene. Da dieser höchst delicate Gegenstand sehr schwer zu fassen ist, erfordert er besondere und gründliche Studien, und wir können nur hier einiger Umstände erwähnen, welche mit ihm in Verbindung sind.

Nach den Untersuchungen der Pphysiker (Optiker) über unser Sehfeld (Gesichtsraum) ist dessen Weite (Amplitude) im Winkel genommen viel grösser in der horizontalen Richtung als in der verticalen; die erhaltenen Resultate sind verschiedentlich, die Winkel sind grösser und kleiner angegeben; der grösste wird von Brewster bestimmt, der für die horizontale Weite 150°, für die verticale 120° annimmt: zwei Zahlen, welche die beiden Axen einer die Vision begrenzenden Ellipse vorstellen können. Das *Warum* dieses Phänomens ist nicht erklärt, es scheint aber sich selbst dadurch zu verdeutlichen, dass, wenn unsere Augen, anstatt

Digitized by Google

horizontal situirt zu sein, senkrecht übereinander stehen würden, die zwei angegebenen Zahlen sich umgekehrt verhalten würden. Dies scheint die Oeconomie der Natur zu bedingen; sie weiss es sehr gut, dass wir viel häufiger die Erde als den Himmel betrachten; die Folge aber davon ist, dass die verticalen Abstände und Bewegungen (Geschwindigkeiten) uns viel grösser erscheinen, als sie in der Wirklichkeit sind; auch ist es wahrscheinlich, dass für den Einäugigen, also für den der nur mit einem Auge die Gegenstände (durch das Ocular des Telescopes) betrachtet, die Ellipse sich in den Kreis verwandelt, woraus man schliessen kann, dass der Einäugige sich weniger täuscht, wenn er aus dem Scheinbaren auf das Wirkliche Schlüsse zieht.

Trotz der erstaunlichen Ferne der Sterne unter sich, trotz der unendlichen Tiefe des Himmels, zeigt sich uns dieser als eine Sphäre, als eine Hohlkugel, aus einem Stück Crystall — alten Styles. Man hat die Meinung ausgesprochen, dass dieses Phänomen durch die Atmosphäre hervorgebracht ist, deren Eigenschaften eine somit wäre, den Raum abzurunden. Man weiss es in der That, dass Alles was sich um uns und über uns ausbreitet, die sphärische Figur annimmt — je nach Umständen. Der von den Wolken theilweise verdeckte Himmel, bleibt für unsere Vision dennoch eine Sphäre. Sind wir in einen Nebel gehüllt, so verengt sich unser Gesichtsfeld bedeutend und dennoch sehen wir beständig eine Hohlkugel, welche sich mit jedem Schritte, den wir vorwärts oder rückwärts thun, verändert und erneuert, dabei aber stets dieselben Dimensionen beibehält, welche wieder im Verhältniss der Nebeldichte sind. Dasselbe Phänomen zeigt sich uns in den Himmelsräumen; wo immer die Erde sich im Raume befindet, überall stellt sich uns dieselbe Sphäre vor; durchwandern wir im Gedanken die weiten Himmelsräume, so öffnet sich überall eine andere, eine neue Sphäre, und alle diese Sphären in unendlicher Anzahl haben dieselben Dimensionen, die scheinbare Grösse und Ausdehnung des Himmelsgewölbes bleibt demnach für unsere Vision immer dieselbe.

Ein Philosoph sagte, dass der Himmel oder der unendliche Raum, welchen er einnimmt, als eine Sphäre betrachtet werden kann, deren Mittelpunct überall, deren Umkreis aber nirgends ist, da es jedoch keinen Mittelpunct ohne einen Umkreis gibt, so hätte er alsogleich sagen können: „der Himmel ist überall eine Sphäre, folglich sind auch sein Centrum und Circumferenz überall.“ Aus diesen Bemerkungen kann man schliessen, dass den Himmel nicht die Atmosphäre abrundet — welche übrigens selbst schon abgerundet ist — sondern dass dieses Werk unsere Vision vollbringt: sie ist nämlich nach allen Richtungen gleich begrenzt, und da unser

Digitized by Google

Auge nothwendigerweise in allen Richtungen bis zur selben Entfernung reicht, findet es überall seine Grenzen, woraus wieder folgt, dass unser Auge — mit uns selbst — stets in dem Mittelpunct der sichtbaren Sphäre sich befinden müsse.

Gerne wiederholt man und gibt es uns als eine bedeutende Wahrheit, dass der Lichtstrahl oder das Licht selbst immer in der geraden Linie sich bewegt, dass es unser Auge in gerader Linie trifft etc., und man argumentirt auf die gewohnte Weise „dass gar kein Grund vorhanden ist, warum das Licht eher in der einen Richtung als in der andern abweiche.“ Wenn wir aber nicht anders visiren können, als in der Geraden, so wird sich wohl der Lichtstrahl bequemen, auf diese Art zu uns zu kommen. Und doch ist eben durch die astronomische Refraction bewiesen, dass das Licht weder in gerader Linie sich bewegt, noch in derselben in unser Auge gelangt, sondern in einer Curve; daher sehen wir die Himmelskörper in der Richtung der Tangente dieser Curve, woraus dann hervorgeht dass, möge nun das Licht laufen wie es wolle, es dennoch in gerader Linie ankommt. Dem Geiste der Theorie folgend, könnte man vielleicht diesen Umstand folgends definiren. „Das Licht hat die Neigung, sich in gerader Linie zu bewegen, um so unser Auge zu treffen, da es aber von der Atmosphäre genöthigt wird, in einer Curve zu gehen, lässt es sich nicht irre machen, und kommt jedesmal in gerader Linie an.“

DIE ASTRONOMISCHE REFRACTION.

[5.] Unter den zahlreichen Phänomenen der sogenannten Strahlenbrechung ist jenes, auf welches sich die Theorie der Refraction gründete, das mit Leichtigkeit zu beobachten ist und schon in den ältesten Zeiten bekannt war.

Die Himmelskörper, am Horizont gesehen, scheinen mehr erhöht zu sein, als sie in der Wirklichkeit sind. Ihre scheinbare Erhöhung nimmt mit ihrer wirklichen ab. Die numerischen Werthe der Refraction in Bogen ausgedrückt, sind durch die Beobachtung bestimmt, sie fangen unmittelbar am Horizont mit dem Maximum von 33′48″ an, und hören im Zenith mit Null auf. Diese Zahlen beziehen sich auf die europäischen Sternwarten. Vom Horizont angefangen nehmen die Zahlen schnell ab, in den ersten Höhengraden schon bedeutend. In der Höhe von 5° z. B. ist die Refraction nicht über 10′, bei zehn Grad Höhe nur mehr 5′, bei 20° Höhe nur 2′39″ und so fort, bis sie im Zenith gänzlich aufhört. Diese abnehmenden Zahlen sind in eine Tafel gereiht, welche sich auf die Bruchtheile der Grade ausdehnen lässt.

Digitized by Google

Die Refractionstheorie fliesst somit aus der Eigenschaft der Atmosphäre, wie man sagt, die Lichtstrahlen zu biegen oder zu brechen, sie von ihrem Weg abzulenken, und hiedurch die scheinbare Lage der Objecte, der Himmelskörper zu erhöhen. Sie ist in allen ihren Theilen den erworbenen Kenntnissen gemäss, über diese Eigenschaft der Luft.

Mit der horizontalen Lage der Himmelskörper sind noch ausser der Refraction andere Phänomene in Verbindung, welche gleichsam der Luft zugeschrieben werden können. Nach dem einen erscheinen die gewöhnlich runden Scheiben der Weltkörper, vorzüglich jene der Sonne und des Mondes, die ihrer Grösse wegen leicht zu beobachten sind, als elliptisch, sie sind gedrückt, unförmlich; mit ihrer graduellen Erhöhung verlieren sie diese Difformität, diese Torsion, und nehmen bald ihre gerundete Gestalt an. Nach einem anderen Phänomen scheinen diese Körper am Horizont vergrössert zu sein; ihr Diameter erreicht sein Maximum in dem Augenblick ihres Auf- und Unterganges und nimmt stufenweise mit ihrer Höhe ab. Beobachtet man dieses Phänomen aufmerksam, so findet man, dass die Vergrösserung in einem ziemlich nahen Verhältnisse mit den Zahlenwerthen der Refraction, ja fast durch diese repräsentirt ist. Das dritte Phänomen endlich ist, dass die Weltkörper am Horizont geröthet erscheinen, diese Röthe verschwindet graduell mit dem Effecte der Refraction selbst.

[6.] Nach den angenommenen Ideen erreicht die Dichte der Atmosphäre ihr Maximum am Horizont, das heisst, an der Erdoberfläche, am Niveau der Meere. Diese Dichte nimmt ab wie die Höhe zunimmt in einer noch unbekannten Proportion. Die atmosphärische Masse besteht aus übereinander gelegten Luftschichten, die concentrisch, folglich mit der Sphäricität der Erde parallel sind; jede Schichte hat somit ihre eigene Dichte, welche mit ihrem Abstande vom Horizont im Verhältniss ist. Indem das Licht diese verschiedenen Schichten durchläuft, wird es von diesen aus seiner Richtung gebracht. Je mehr es nun der dichten Schichten in der Richtung unserer Vision gibt, desto mehr werden die Lichtstrahlen gebogen; visiren wir in der horizontalen Richtung, so begegnet unser Auge die grösste Quantität der dichten Luftschichten, diese Quantität nimmt mit der Angularerhöhung unserer Vision ab.

Man könnte demnach, ohne Nachtheil für die Theorie, der Lichtbewegung unsere Vision substituiren und sagen, dass, mit ihren übereinander gelegten Schichten, die Atmosphäre uns die Dienste der optischen Gläser, z. B. der Linsen der Telescope leistet. Diese Anschauung erinnert uns daran, dass die eben erwähnten Phänomene vorzugsweise optisch sind und sich in einer solchen

Digitized by Google

Verbindung befinden, dass ihre Erklärung sich auf dasselbe Princip zurückführen lassen muss.

Wenn die Dichte der Luft, diese in ihrer Gesammtmasse genommen, constant bleibt und die Schichten ihre respectiven Lagen beibehalten, so bleiben die Werthe der Refraction ebenfalls constant. Die Wärme aber dehnt die Luft aus, eben im Verhältniss ihrer Intensität; ja man kann sagen, dass die Action der Wärme auf die dichten Schichten stärker ist; woraus folgt, dass durch ihre Einwirkung die Schichten sich ausbreiten und indem sie so einen grösseren Raum einnehmen, ihre Dichte abnimmt. Die Totalmasse der Atmosphäre dehnt sich aber durch den Einfluss der Wärme nicht aus; es müssen demnach die Schichten sich gegenseitig in dem gegebenen Raum arrangiren, ihre relative Lage beibehaltend. Es ist somit durch die locale oder partielle Ausdehnung oder Verdünnung der Luft, wenn die Refractionswerthe eine Aenderung erleiden. Von der anderen Seite befindet sich die Atmosphäre in einer beständigen Bewegung, die scheinbare momentane Ruhe derselben ist gleichfalls local, denn im Ganzen genommen ist sie nie in einer absoluten Ruhe. Diese Bewegung hat ihre verschiedenen Ursachen; sie wird manchmal sehr stark, in Folge der Strömungen, welche auch Winde genannt werden, und es ist begreiflich, dass aus diesem Grunde die verschiedenen Bewegungen der Schichten sich nicht allein versetzen, sondern sich auch vermengen können; hieraus folgt ebenfalls eine Variation in den Refractionswerthen.

Die Zahlen der Refractionstabelle sind somit veränderlich. Um diesem Uebelstande abzuhelfen, hat man sich entschlossen, den Beobachtungen Correctionen hinzuzufügen, welche von den beiden Instrumenten, dem Thermometer und dem Barometer abhängen.

Wir bemerken hier, dass eine corrigirte oder rectificirte Beobachtung nicht die gemachte ist, sie ist eine künstlich componirte; es liegt aber in der Natur des dogmatischen Geistes, dass er überall nur Unregelmässigkeit, Unordnung sucht und sieht, daher Alles, selbst die Natur verbessern, corrigiren und regeln will. Indem dieser Geist zu seiner inneren Befriedigung wahrnimmt, mit welcher Folgsamkeit die Ziffern und Zahlen sich allen Arten von Operationen unterwerfen, wie sie sich schön reihen, gruppiren und formuliren, genau so wie er es nur wünschen kann, oder wie er sie combinirt, so glaubt er fest, dass ihm zu Gefallen das Universum, die Natur dasselbe thun müssen.

[7.] Das Thermometer ist ein faules Instrument, immer im Rückstand, nie zeigt es die Temperatur der Gegenwart, des gegebenen Momentes; auf den Sternwarten wird es überdies mit Sorgfalt geschützt, sowohl gegen die Sonnenstrahlen als auch gegen die

Winde. Wie will man nun, dass es eine andere Temperatur angeben soll als jene seines Kästchens? Der der Sonnenhitze ausgesetzte, dem Wind und Wetter preisgegebene Lichtstrahl durchläuft den Weltraum und kommt athemlos in das Auge des Beobachters an: wie soll nun das in seinem Kasten versperrte Thermometer wissen, in welchem Zustande das Licht angelangt ist?

Sagt nun das Thermometer nicht viel, so sagt dafür — als Ersatz — das Barometer — gar nichts. Dieses mysteriöse Instrument ist noch nicht genau bekannt; bevor man ihm blindlings vertraut, sollte man ihn wenigstens der Analyse unterwerfen, was noch kein grosser Geometer gethan hat.

Nach der Theorie ist die Quecksilber- oder Wassersäule des Barometers im Gleichgewicht mit der atmosphärischen Säule, welche sie im Verhältniss des Diameters der Röhre drückt. Die Pression ist verstärkt oder geschwächt, je nachdem die Barometersäule sich verlängert oder verkürzt. Es ist somit klar, dass das Instrument den Luftdruck anzeigen muss, welcher um so stärker ist, als die Luftsäule mehr Masse enthält, oder — was nicht dasselbe ist — als die sie bildenden Schichten dichter sind. Wie nun aber die Idee der concentrischen Schichten sich mit jener einer Luftsäule verständigt, ist eine andere Frage. Handelt es sich um den Druck der Luft auf eine Säule, Mensch genannt, um einen Druck, der nicht weniger als 10000 Kilogramm (200 Centner) beträgt: so sagt man, der Mensch kann sehr gut dieses Gewicht ertragen, weil der Druck, nach allen Richtungen wirkend, von allen Seiten derselbe ist. Hieraus folgt nun, dass der Druck aller Luftsäulen, deren unendliche Zahl auf die Erdoberfläche gerichtet ist, auf einen Centralpunct wirkt, welchen was immer für ein Körper repräsentirt, und somit die Resultante aller Säulendrucke sich durch ihre Wirkung beurkundet. Wenn nun die Luft von allen Seiten drückt, so gibt es auch Luftsäulen von allen Seiten, von der verticalen bis zur horizontalen; wenn nun alle diese Säulen auf den Punct — Mensch — zugleich drücken, so können sie sich nicht aufheben, sondern sie müssen den Punct todtdrücken. Ist dies ein Factum, so muss die Oberfläche der Barometersäule von allen auf der Erdhemisphäre existirenden Luftsäulen, so auch noch von jenen ein wenig, welche sich etwas unter dem Horizont befinden, zugleich gedrückt werden; da nun ihre Anzahl unendlich ist, so muss die Barometerhöhe gleichfalls unendlich werden.

Da aber diese Quecksilbersäule die Länge von 76 Centimetres nicht übersteigt, so muss man sich vorstellen, dass auf selbe nur eine einzige Luftsäule drückt, welche der Weite der Barometerröhre entspricht. Dieses ausschliessliche Privilegium des Barometers vorausgesetzt, muss es den Druck einer jeden einzelnen Luft-

Digitized by Google

säule angeben, welche nun immer deren Richtung zwischen dem Horizont und dem Zenith ist; um das erwähnte Resultat zu erhalten, hat man nur die beiden Säulen parallel zu stellen, d. h., will man den Druck der horizontalen Luftsäule haben, so muss man das Barometer horizontal legen. Jederman weiss, dass das Barometer — im Besitze eines unabhängigen Characters — zu solchen Experimenten sich nicht hergibt, und dass es, um seine Function zu üben, sich aus seiner Lieblingslage nicht versetzt; mit Vorliebe hält es sich an seine erklärte Luftsäule, welche die verticale ist. Diese scheinbare Caprice des Barometers enthält aber die Bedingung seines Lebens und seines Standes; sein Starrsinn, immer senkrecht bleiben zu wollen, zeigt uns mit hinlänglicher Deutlichkeit, dass es von der Horizontal- und Angularrefraction gar nichts wissen will, sondern einzig und allein sich an die Refraction Zero hält.

Wir können in Wahrheit nicht herausbringen, worin eigentlich die Function der beiden Instrumente in Bezug auf die Refraction bestehen soll? was sie zu rectificiren und zu corrigiren haben? Ist es unsere Vision, welche geregelt werden soll? Ist es das — nach seculären Wanderungen endlich zu uns gelangte — Licht, welches man in Ordnung zu bringen hat? Ist es die Wärme, die zugleich mit dem Licht ankommt, nachdem sie die leeren frostigen Himmelsräume durchgeflogen ist, welche corrigirt werden muss? Ist es die Atmosphäre, die durch die Wärme und Kälte beständig belästigt, durch die Winde gepeitscht, durch die Mondesanziehung stets aufgesaugt etc., deren dynamischer Zustand beständig sich ändert, welche zu rectificiren ist? Ist endlich das Beobachtungsinstrument, das Fernrohr zu corrigiren? Wir wissen nur, dass die gegenwärtigen Begriffe über das Licht und die Atmosphäre, welche noch keine Kenntnisse sind, Niemanden berechtigen, seinen Ansichten oder Schlüssen die Form einer wissenschaftlichen Authenticität zu geben.

[8.] Es ist begreiflich, dass die verschiedenen Lagen über der Meeresfläche die numerischen Werthe der Refraction verschiedentlich modificiren. aber nebst dieser Lageerhöhung des Beobachters ist noch seine geographische und physische Position vom Einfluss auf jene Werthe. Man weiss, dass der dynamische Zustand der Luft vorzugsweise durch die Wärme modificirt wird. diese Wärme aber ist in Verbindung mit der erwähnten Lage des Beobachters; das Clima ist somit durch den Wärmegrad und durch die herrschenden Winde characterisirt. Diese geographische und climatische Position genügt aber nicht, um daraus Regeln oder Gesetze der Temperatur und des Luftdruckes abzuleiten; es gibt noch eine Menge von Localumständen, welche wieder von der

Digitized by Google

Configuration der Erdoberfläche abhängen; grössere oder kleinere Erhöhungen in dieser oder jener Nähe des Beobachtungsortes, dann die Stellung dieser Erhöhungen in Bezug auf die Weltgegenden. Der geologische oder mineralische Zustand des Bodens etc. fliessen gleichfalls auf die Temperatur und den Luftzustand ein. Aus diesen Bemerkungen folgt aber, dass, um Refractionstafeln aufzustellen, welche für alle Beobachter, für die ganze Erde giltig sein sollen, man viel mehr wissen und kennen müsste, als man — je kennen und wissen wird.

Wir glauben, dass Alles, was ein Astronom thun kann und thun sollte ist, dass er stets beobachtet und sich so Erfahrungen sammelt; dass er in diesem Falle weder den Refractionstafeln noch ihrer Correction blindes Vertrauen schenkt. Jede Sternwarte sollte nach ihren eigenen Beobachtungen und zu ihrem exclusiven Gebrauche Refractionstafeln construiren.

DIE GESCHWINDIGKEIT DES LICHTES.

[9.] Wir lernen, dass es Römer ist, der sich — im Jahre 1675 julianischer Periode — unsterblich machte, indem er die so lange schwebende wichtige Frage entschieden, die Geschwindigkeit des Lichtes *entdeckt* und zugleich *bestimmt* hat. Wir haben zu betrachten, was Alles die Astronomen unter Entdeckung und Determination verstehen.

Römer beobachtet die Finsternisse des ersten Jupiterstrabanten. Unter den 4 Satelliten Jupiters ist dieser erste zugleich der nächste zu seinem Planeten. Seine Entfernung von ihm ist gleich 6·05 Halbmessern des Jupiteräquatorts, was demnach bei 78 Erdhalbmesser ausmacht. Seine Umlaufszeit ist von 1·77 mittleren Tagen oder bei 42·5 irdischen Stunden. Es scheint die Meinung allgemein zu sein, dass dieser Satellit mit jeder seiner Revolution durch den Schattenkegel seines Planeten geht, dass er sich somit während eines Erdjahres mehr als 200mal verfinstert.

Nachdem die Elemente der Planeten und Satelliten genau bestimmt sind, so können die Zeiten der Eintritte und der Austritte (Immersion und Emersion) der Satelliten in und aus dem Schattenkegel Jupiters genau berechnet werden. Wir haben unsere Leser nur darauf aufmerksam zu machen, dass die Theorie und der Calcul auch hier wie überall sich auf das System von Copernik stützen.

Die Eclipsen dieses ersten Satelliten sind nicht beobachtbar, während Jupiter sich entweder in der Opposition oder in der Conjunction befindet. Im ersteren Falle — sagt man — wird sein

Digitized by Google

Schattenkegel durch die grosse Scheibe des Planeten verdeckt, im zweiten hindert das Sonnenlicht die Beobachtung. Auf diese beiden Positionen beziehen sich somit nicht die Beobachtungen, sondern nur der Calcul.

Man kann aber die Eintritte und Austritte beobachten vor und nach den Conjunctionen und Oppositionen. Sieht man den Eintritt, so kann man den Austritt nicht sehen und umgekehrt, je nach der relativen Stellung des Planeten zur Sonne und zu der Erde.

J. D. Cassini berechnete die Zeiten der Ein- und Austritte dieses Satelliten in seinen verschiedenen Stellungen zwischen den Conjunctionen und Oppositionen Jupiters, und verfasste eine Tafel, welche diese Zeiten enthält. Römer fand, dass diese berechneten Zeiten mit den Beobachtungen nicht stimmen, sondern das Ereigniss entweder früher oder später eintritt. Zwischen der Conjunction und der Opposition sieht man nur eine Emersion, und diese ereignet sich früher; zwischen der Opposition und der Conjunction hingegen sieht man nur die Immersion und diese findet später statt.

Nun sagt Römer: die Stellung der Planeten, also auch Jupiters, muss jene sein, welche ihnen das System Copernik's zugewiesen hat; die Rechnungen sind genau und richtig; was kann nun die Ursache der Verspätung und der Beschleunigung sein? Offenbar muss das Licht Zeit brauchen, um zu uns zu gelangen; es kann demnach das Phänomen keine andere Ursache haben, als die Geschwindigkeit des Lichtes. Diese ist die Entdeckung, und nach ihrem Muster kann jeder Einfall als eine Entdeckung betrachtet werden. Römer hätte nach hundert Ursachen sich umsehen können, ohne je auf das Licht zu fallen, das Geschick aber wollte, dass er vor Allem zuerst und alsogleich sich direct an die Geschwindigkeit des Lichtes hält, woraus man schliessen könnte, dass er die Entdeckung vorsätzlich gemacht hat.

Da die Sonne etwas mehr als hundert Jahre nach Römer's Entdeckung das Copernikanische System umgeworfen und den Planeten andere relative Stellungen angewiesen hat, so konnte Römer nicht wissen, dass auch der Schattenkegel Jupiter's in andere Lagen kommt. Aus den verschiedenen Positionen, in welchen die Eclipsen vorgehen, kann man die Geschwindigkeit des Lichtes nicht bestimmen, da die *früheren* und die *späteren* immer andere sind; daher musste Römer weiter gehen und — calculiren. Sein Resultat ist folgendes: Könnte man eine Immersion beobachten während der Opposition, so würde diese 16′ 32″ früher eintreten: könnte man hingegen einen Eintritt während der Conjunction beobachten, so würde dieser 16′ 32″ später sich ereignen: die Summe der beiden Zahlen ist 33′ 4″ als Zeitdifferenz der Finsternisse für die

Digitized by Google

beiden extremen Lagen Jupiters. Nun schliesst hieraus Römer Folgendes: die Differenz zwischen der grössten und kleinsten Entfernung Jupiters von der Erde ist der Durchmesser der Erdbahn selbst; die Zeit von 33′ 4″ ist demnach doppelt so gross als jene, welche das Licht braucht, um den Durchmesser der Erdbahn durchzulaufen; da nun der Halbmesser dieser Bahn die Sonnenferne ist, so verwendet das Licht der Sonne 8′ 16″, um auf die Erde anzulangen; da endlich die Erde in ihrer Bahn mit einer Geschwindigkeit von 7·6 Meilen in der Secunde sich bewegt, folglich 5,030330 Secunden verwenden würde, um ihre Distanz von der Sonne durchzulaufen, so folgt natürlich, dass die Geschwindigkeit des Lichtes 10100mal grösser ist als jene der Erde.

Diese ist die Determination, wornach eine jede Schlussfolgerung — gut oder schlecht — aus einem beobachteten oder calculirten Phänomene gezogen, als eine Bestimmung angesehen werden kann! Stellt man nun aus dergleichen Entdeckungen und Bestimmungen eine theoretische Wissenschaft zusammen, so kann diese vielleicht recht unterhaltend werden, lehrreich aber wird sie nicht.

Wenn Römer aus den 16′ 32″ früher (bei der Opposition) geschlossen hätte, dass das Licht an Geschwindigkeit sich selbst übertrifft, indem es zweimal früher ankommt als es sollte, so würde man diesen Schluss — wahrscheinlich — für absurd erklärt haben; der andere Schluss aber, dass das Licht 16′ 32″ braucht, um den Durchmesser der Erdbahn durchzulaufen, ist eben so absurd, denn eigentlich hätte Römer schliessen können „da sich das Früher und das Später aufheben, so hat das Licht gar keine Geschwindigkeit, sondern es bleibt dort wo es ist.“

Welchen Sinn soll man aber dem Satze beilegen „das Sonnenlicht kommt in 8′ 16″ auf die Erde? Die eine Hälfte der Erdkugel ist beständig beleuchtet; kommt das Sonnenlicht stossweise jede 8′ 16″? Strömt es unaufhaltsam mit seiner Geschwindigkeit in dieser Zeit? Oder ist es bereits angekommen, um permanent da zu bleiben? Soll man sich vielleicht vorstellen, dass ursprünglich, als die Sonne zu leuchten anfing, ihr Licht 8′ 16″ gebraucht hat, um auf die Erde zu gelangen, seitdem aber sich nicht mehr zu bemühen braucht, wieder zu kommen?

[10.] Die Argumentation Römer's ist von einer solchen Schwäche, dass sie keiner ernsten Widerlegung werth ist. Auch wurden seine Schlüsse gleich nach seiner „Entdeckung“ von vielen Gelehrten verworfen; selbst Cassini, der ebenfalls eine Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit gemacht hat, war mit Römer's Folgerungen nicht einverstanden. Seit jener Zeit fanden sich periodisch Denker, welche Römer's Ansichten verschiedentlich widerlegten und deren Absurdität bewiesen haben. Sie sagten

unter Andern: „Ist die Determination richtig, so muss das Sonnenlicht auf Jupiter, folglich auch auf seinen ersten Satelliten in 42′ 59″ anlangen; um vom Jupiter bis auf die Erde zu kommen, braucht es andere 34′ 43″, woraus folgt, dass während der Opposition Jupiters das Licht 77′ 42″, und während seiner Conjunction 94′ 14″ braucht, um unser Auge in gerader Linie zu treffen. Man hat bemerkt, das Römer uns wenigstens hätte sagen sollen, warum das Licht des ersten Satelliten während der Opposition gar keine Zeit, ja eine negative Zeit braucht, um auf die Erde zu gelangen, und warum es nur 16′ 32″ verwendet, um während der Conjunction zu uns zu kommen? Römer hätte ja eine leichte Erklärung geben können, dass das Licht nur darauf wartet, bis die Erde auf die andere Seite ihrer Bahn anlangt, um alsogleich sich zu bewegen, und dass es dem Lichte nicht darum zu thun ist, gleich von der Sonne aus zum Jupiter und von da auf die Erde zu laufen, sondern seine einzige Absicht ist, den Diameter der Erdbahn durchzuwandern. Man hat Römer vorgeworfen, dass er die Natur des Lichtes nicht studiert hat, dass er die Geschwindigkeit des Lichtes nicht während 20 oder 30 Jahrhunderte beobachtet hat, dass er sich an einen einzigen isolirten Fall hält, an den ersten Satelliten Jupiters, ohne sich weder um seine drei andern, noch um die Satelliten der übrigen Planeten zu kümmern etc., dass mit einem Worte der Entdeckung und Bestimmung Römer's jede wissenschaftliche Basis fehlt.

Was hat aber alles dies genützt und zur Folge gehabt? Dass die Astronomen, die Römer's Schlüsse einstimmig und mit Bewunderung angenommen haben — die Erfindung ist ja wundervoll und fabelhaft schön — in ihrem Glauben wo möglich noch bestärkt wurden. Keinem der grossen Geometer fiel es ein, Römer's Determination der Analyse zu unterwerfen, Niemand forderte von ihm eine evidente Demonstration seiner Theorie. Ein rührendes Schauspiel unerschütterlicher Anhänglichkeit!

8′ 16″ von der Sonne bis zur Erde! Dies ist ja für das Licht eine Ewigkeit, und die heutzutage so genauen Beobachtungen müssten ja diese Langsamkeit überall entdecken, selbst bei der Mondesbeleuchtung!

Verfolgt man die Beobachtungen über die Eclipsen des ersten Satelliten Jupiters etwas genauer, so sieht man, dass die Früher und die Später des Phänomens einzig und allein von der Stellung des Schattenkegels in Bezug auf die Erdstellung abhängen; bedenkt man die Nähe dieses Satelliten zu seinem enormen Planeten, so begreift man, dass die kleinste Verrückung des Schattens schon eine Zeitdifferenz hervorbringen müsse.

Was ist nun die Ursache, dass dieser Schattenkegel nicht nach den Berechnungen situirt ist? Ganz einfach jene, dass die Planeten nicht nach dem System von Copernik arrangirt sind, was die Astronomen von heute noch immer nicht begreifen wollen.

[11.] Mit der Bestimmung der Geschwindigkeit des Lichtes ist einem grossen Bedürfnisse abgeholfen: die Astronomen hatten nämlich eine grosse Einheit des Längenmaasses nöthig; aber auch der Fantasie ist dadurch ein grosser freier Raum eröffnet, die Einbildung hat leichtes Spiel. Auch haben diese nicht ermangelt, davon den gehörigen Gebrauch zu machen, und man kann sich in den astronomischen Werken an der Reichhaltigkeit der Dichtungen erbauen, welche sich in der Folge der wichtigen Erfindung gestaltete. So sagt man z. B., dass der zur Erde nächste Stern nicht weniger als drei Jahre braucht, um uns sein Licht zuzusenden; dass die Sterne zweiter Grösse 6 Jahre dazu verwenden; jene der vierten Grösse 12 Jahre, der sechsten 36 Jahre, und so fort bis zu den telescopischen Sternen, deren Licht 27 und noch mehr Jahrhunderte läuft, um endlich auf die Erde zu gelangen. Es ist hiedurch zugleich das Gesetz aufgestellt, nach welchem je kleiner ein Stern, desto entfernter er von der Erde ist, was aber für die Planeten nicht gilt. Wie man dazu gekommen ist, zu wissen, dass die kleiner scheinenden Sterne auch wirklich kleiner sind und dass ihre Entfernung mit ihrer Sichtbarkeit im Verhältniss ist, kann man nicht ersehen, indem man bis jetzt keines Sternes Grösse noch Entfernung kennt. Man schliesst ferner, dass es, nachdem die Sterne nach einer gewissen Zeit auslöschen, aller Wahrscheinlichkeit nach eine Menge von lichtlosen, unsichtbaren Sternen gibt; unter diesen können sich welche befinden, deren Licht schon vor 20, 30 und mehr Jahrhunderten oder Jahrtausenden erloschen ist, was jedoch nicht hindert, dass wir sie noch eben so viele Jahrtausende hindurch sehen werden, als würden die echten Sterne noch fortleuchten.

Dieses Phänomen — auf welchen Beobachtungen es beruht ist nicht bekannt — ist an sich einfach und sehr klar; das ausgelöschte Licht der Sterne bleibt an seiner gewohnten fixen Stelle und befindet sich zugleich auf der Erde, wo es angekommen ist; es läuft noch immer mit seiner gewohnten Geschwindigkeit und fungirt während der bekannten Jahrtausende genau so fort als würde der Stern selbst fungiren; es setzt die periodischen Bewegungen aller Art fort, es variirt, wird bald grösser bald kleiner, es wechselt die Farben, wird bald röther bald blasser, es variirt an Intensität etc., und wir sind in der Illusion, dass dieses der Stern in eigener Person ist. Ist alles dies — und noch mehr — nicht herrlich ausgedacht? Welch geistvolle Fantasie. Löscht

z. B. die Sonne aus, so werden wir sie noch während 8′ 16″ sehen können.

Diese astronomische Bestimmung der Extinction des Lichtes der Weltkörper könnte auf die nähere Bestimmung und zugleich zum Beweise der Lichtgeschwindigkeit, nach der umgekehrten Methode führen. Die Frage ist nämlich, nachdem das Licht ausgelöscht ist, wie lange wird es noch in dem schwarzen Kasten bleiben? Offenbar so lange, als es Zeit gebraucht hat hineinzukommen; ein Sonnenstrahl bleibt nach dem Schlusse der Oeffnung des schwarzen Kastens noch 8′ 16″ in der Kammer; das Licht eines Sternes je nach seiner Grösse, von drei Jahren an bis zu 100000 Jahren.

Auch die Sterne haben ihre Satelliten, man weiss aber, dass diese ihr eigenes Licht besitzen, also nicht von dem Planetstern beleuchtet sind. Aus dieser Kenntniss folgt unmittelbar, dass der Satellit kein Satellit und der Hauptstern weder ein Planet noch die Sonne des Satelliten ist, sondern dass sie beide gleichen Ursprunges zu demselben Genus gehören. Beobachtet man, dass der eine Stern einen kleinen Kreis beschreibt und in dem Mittelpunct des Kreises ein anderer Stern erscheint, so ist dieser der Hauptstern und der andere ist sein Satellit. Auf diese Art hat man vor kurzem entdeckt, dass Sirius mit einem Satelliten versehen ist; indem Sirius der grösste unter den uns sichtbaren Sternen ist, so muss er der Erde auch der nächste sein, sein Licht kommt schon nach drei Jahren in gerader Linie in unser Auge; sein Satellit ist ein sehr telescopischer Stern, dessen Licht wenigstens dreitausend Jahre braucht, um unser Auge zu treffen: wenn demnach der Satellit von uns tausendmal entfernter ist, als Sirius, so ist dieser Umstand von keiner Bedeutung, der Satellit circulirt dennoch um den Mittelpunct seines Planeten, seine Bahnebene durchschneidet das Centrum des Sirius, der den einen Brennpunct der Ellipse einnimmt; es ist ferner klar, dass der radius vector des Satelliten nach dem Gesetz von Kepler seine Flächen beschreibt.

[12.] Römer's Theorie erhielt eine notable Befestigung durch jene der Aberration, dennoch scheint es, dass das Vertrauen in ihre Unfehlbarkeit etwas gesunken ist, denn die Geschwindigkeit des Lichtes wird noch immer und zwar auf verschiedene Weise gesucht. Römer's Erfindung läuft somit Gefahr, durch neuere Erfindungen und Verbesserungen entthront zu werden. So wird eine unschuldige Determination von der andern verfolgt, und O! Schande, die astronomische Bestimmung wird durch eine Maschine degradirt!

Ein sehr geschickter Mechaniker hat in Paris eine Maschine construirt, deren ein Rad — wenn man die Maschine in Bewegung setzt — sich mit einer unglaublichen Schnelligkeit drehet. Diese

Digitized by Google

merkwürdige Maschine liefert den evidenten Beweis, dass das Licht eine solche Geschwindigkeit hat, welche man — haben will. Der Künstler hat sich bewogen gefunden, bei einer dieser Geschwindigkeiten stehen zu bleiben, welche um etwas kleiner ist als jene Römer's, und hat das Resultat seiner Entdeckung und Bestimmung der Academie der Wissenschaften vorgelegt. Grosse Sensation! Aus dieser Bestimmung der Maschine hat einer der anwesenden gelehrten Astronomen alsogleich sehr gewichtige Schlüsse gezogen.

Sollte der Leser der Meinung sein, dass der gelehrte Astronom unter andern geschlossen hat, dass auf diese Art das Licht in Zukunft etwas mehr Zeit brauchen wird, um von der Sonne zu uns zu kommen, so irrt sich der Leser gewaltig, die gelehrten Schlüsse müssen anders klingen. Das Licht muss immer 10000 mal schneller laufen als die Erde in ihrer elliptischen Bahn, dies erfordert mindestens schon der Respect für Römer's Bestimmung; daher hat der gelehrte Astronom geistreich geschlossen, dass die Sonne seit Römer der Erde näher gerückt sein muss, und dass hiedurch die Massen der Planeten sich verändert haben, und somit ganz anders sind, als man glaubt*) etc. Dieser gelehrte Astronom beurkundet zu gleicher Zeit, dass sein Vertrauen in die astronomischen Bestimmungen nicht unerschütterlich ist, und dass er seine Neigung zu der Maschine nicht verbergen kann. Dies ist nun eines jener psychologischen Phänomene, denen man häufig begegnet; durch ein mit der Maschine gemachtes Experiment wird man Feuer und Flamme, man weiss daraus sehr gelehrte Folgerungen zu abstrahiren, vor der wichtigsten der Himmelserscheinungen aber, vor der sich bewegenden Sonne bleibt man starr wie Eis und — verstummt.

[13.] Ein den Eclipsen des ersten Satelliten Jupiters analoges Phänomen zeigt die Mondesfinsterniss. Der einzige Satellit der Erde bleibt nämlich um etwas längere Zeit in ihrem Schattenkegel als dies die Rechnung angibt, und Mayer sagt, dass man der berechneten Zeitdauer noch ihr $^1/_{60}$ hinzufügen muss, um die wahre Dauer der Finsterniss zu haben. Warum hat Mayer nicht nach dem Vorbilde mit Römer auf das Licht geschlossen, warum hat er überhaupt gar nichts aus diesem Phänomen abgeleitet, ihm gar keine Ursache zugeschrieben? Weil es eine Menge von Umständen gibt, welche auf seine Production einfliessen, und um seine wahre Ursache anzugeben, man sicher sein müsste, dass die Grundlagen der Rechnung von der äussersten Genauigkeit sind.

---

*) Die Geschichte ist in den Comptes rendus de l'Académie des sciences zu finden.

Digitized by Google

Vor Allem hat man die Figur und die Dimensionen des Schattenkegels; seine Länge, Breite, so wie sein Durchmesser hängen von der Grösse und Figur des Erdsphäroids, von der Grösse und Entfernung der Sonne ab. Wir müssen annehmen, dass diese hieher gehörigen Angaben exact und die Sonnen- und Mondesparallaxe genau bestimmt sind.

Der auf seiner Axe senkrechte Durchschnitt des Schattenkegels ist eine Ellipse, welche jenen Durchschnitt des Erdsphäroids repräsentirt, der durch die Beleuchtungsgrenze geführt ist: mit anderen Worten, wenn man die Erdkugel so entzwei geschnitten sich vorstellt, dass die eine Hälfte derselben die beleuchtete, die andere die dunkle ist. Würde der Sonnenmittelpunct in der Verlängerung der Erdaxe sein, so würde die Section des Schattenkegels einen Kreis geben, welcher den Erdäquator oder eine seiner Parallelen vorstellt: in jeder anderen Stellung des Sonnenmittelpunctes, in Bezug auf die Axe oder die Erdoberfläche, ist die Section eine Ellipse und diese Ellipsen ändern sich nach der Declination der Sonne; ja es ist wahrscheinlich, dass die beiden Declinationen, Süd und Nord, von einander abweichende Ellipsen erzeugen, da man nicht mit Bestimmtheit sagen kann, dass die Erde ein regelmässiges Ellipsoid und die beiden Erdhälften sich genau gleich sind. Hieraus folgt, dass die Section des Schattenkegels veränderlich ist, und Tag für Tag, je nach der Stellung des Erdäquators gegen die Sonne sich ändert; sie ist aber auch veränderlich in Folge der Rotation und wechselt somit selbst während der Dauer der Finsterniss. Hieraus wird es schon ersichtlich, dass es fast unmöglich ist, die exacte Figur und Dimensionen des Schattenkegels in allen seinen Theilen — für welch immer gegebene Zeit — durch die Rechnung zu bestimmen.

Der Schattenkegel endet mit einer Spitze, folglich geben seine Durchschnitte von der Erde angefangen immer kleinere und kleinere Ellipsen; kennt man nun die Dimensionen des Durchschnittes, die Entfernung des Mondes und seine zur Erde relative Lage, so kennt man auch jenen Theil des Schattenkegels, welchen der Mond passirt; sein Durchmesser und seine Winkelgeschwindigkeit sind gegeben, somit bleibt nichts weiter zu suchen übrig.

Sind aber die Rechnungselemente nicht exact, so kann das erhaltene Resultat mit dem Phänomen nicht übereinstimmen und man ist gehalten zu ähnlichen Correctionen seine Zuflucht zu nehmen, wie jene von Mayer vorgeschlagene ist. Dies wird Empirismus genannt. Die rechnende Astronomie scheint sich unabhängig zu machen von den relativen Entfernungen der drei Weltkörper, die bei den Eclipsen ihre Rolle spielen. Durchmesser und Parallaxen vertreten die Stelle der Entfernungen; ist aber die Sonne mehr

Digitized by Google

entfernt als man annimmt, so verlängert sich der Schattenkegel und sein Durchmesser in der Mondesferne wird grösser: ist hingegen die Mondesdistanz grösser, so passirt der Satellit einen kleineren Diameter des Schattenkegels. Vorherrschend und entscheidend ist die Ansicht, dass die scheinbaren Durchmesser (der Sonne und des Mondes) den Entfernungen proportional sind; wird eine grössere — künftige — Erfahrung in diese Ansicht eine Correction einführen, so werden die Calculs auch besser stimmen. Im allgemeinen herrscht die Ansicht, dass die mittlere Entfernung eines Weltkörpers seine wahre Entfernung ist. Wir werden in der Folge unsere Gründe vorlegen, warum die Sonne z. B. nur eine und dieselbe Entfernung von der Erde haben kann, welche die angenommene *mittlere* bedeutend übertrifft.

Ist man nun überzeugt, dass bei dieser Art Calcul alle Angaben exact sind, so ist es begreiflich, dass man nach der Ursache des Phänomens fragen muss, was veranlasst z. B. den Mond sich länger im Schattenkegel aufzuhalten? Kann man sich dessen wahre Ursache nicht erklären, diese nicht angeben, so bleibt wohl nichts übrig — vorausgesetzt dass man es durchaus erklären will — als sich in unbekannte Regionen zu verlieren, und zu Hypothesen greifen.

Unter andern hat man die sonderbare Idee ausgesprochen, dass hier die Atmosphäre die Rolle eines opaken Körpers spielt, und einen Schatten wirft, der den Schattenkegel von allen Seiten umringend vergrössert. Nach dieser Idee hätte man dem Kegel jenen Schatten hinzuzufügen, welchen die opake Atmosphäre erzeugt. Ohne uns lange bei dieser Sonderbarkeit aufzuhalten, fragen wir nur, wie viel will man dem Kegel zugeben, wenn man weder die Ausdehnung der Atmosphäre kennt, noch weiss, wie weit deren Opacität reicht? Wollte man nach dem Sechszigstel von Mayer auf die Ausbreitung der atmosphärischen Opacität schliessen, so müsste man sagen, sie ist ein Sechszigstel des Erdhalbmessers, folglich eine undurchsichtige Lufthöhe von 26·5 Meilen.

In den Büchern über Physik findet man die Höhe der Atmosphäre auf 25 Meilen angegeben, woraus folgen würde, dass die gesammte Luftmasse, wenn auch nicht ein fester Körper, doch aber eine undurchsichtige Materie ist.

Die Idee, dass die Luft einen Schatten wirft, fliesst ganz consequent aus jener, nach welcher die nämliche Luft das Licht reflectirt, somit wir entschieden in eine ewige Nacht gehüllt sind; nur setzt man sich hiedurch in den Fall, erklären zu müssen, wie es kommt, dass wir ausser der dicken undurchsichtigen Luft auch noch etwas anderes, z. B. die Sonne sehen.

Digitized by Google

Es ist aber selbstverständlich, dass, wenn die Astronomen von der einen Seite die Atmosphäre als den, das Erdsphäroid ergänzenden Theil der Erdmaterie ansehen, andererseits aber ihr die Eigenschaft Schatten zu werfen zuschreiben, so ist es mit einem Male abgethan, wenn sie die Dimensionen der Erde so angeben, wie diese mit Inbegriff der Atmosphäre sich ergeben.

Wir haben bemerkt, dass der Mond sich nicht um den Mittelpunct der Erde bewegen kann, folglich die Stellung seiner Bahn nicht jene ist, welche das System angibt. Die unausweichliche Folge einer anderen Stellung ist, dass der Halbmesser seiner Bahn nicht mehr die Erdferne ist, sondern nothwendigerweise kleiner sein muss; hieraus aber folgt wieder, dass, indem der Mond seine Winkelgeschwindigkeit beibehält, seine virtuelle oder absolute Geschwindigkeit sich vermindert. Mit der Verkleinerung seiner Bahn ist somit ein längerer Aufenthalt in dem Schattenkegel bedingt.

Diese Frage wird sich mit der künftigen Entwickelung der Wissenschaft lösen; einstweilen können wir aus den hier erwähnten Umständen ersehen, dass die von Mayer angegebene additionelle Zahl eben so variabel sein muss, wie der Schattenkegel selbst variabel ist.

[14.] In Verbindung mit den Mondeseclipsen gibt es noch andere sonderbare Phänomene, deren Erklärung noch viel sonderbarer ist.

So ist z. B. der Halbschatten (Penombre) welchen der Mond passiren muss, bevor er in den Schattenkegel eintritt. Dieses Phänomen wird mit der uns bereits bekannten grossen Leichtigkeit erklärt.

Betrachtet man in den illustrirten astronomischen Werken das Diagramm, welches für den Halbschatten den Beweis liefert, so sieht man wie die Sonnenstrahlen in einem Puncte convergiren, sich durchschneiden und von da aus wieder divergiren; die die Erdoberfläche berührenden Tangenten bilden den Halbschatten, woraus folgt, dass das Licht selbst sich in einen Schatten verwandelt.

Die zu leichten Explicationen des Penombers, „in welchen das Sonnenlicht nur theilweise eindringt“ durch die Lichtstrahltangenten, welche sich durchkreuzen etc. sind zugleich ein synthetischer und practischer Beweis, dass die Sonnenstrahlen zu uns zugleich parallel, convergent und divergent ankommen; durch dieses geistreiche Mittel — welches nur scheinbar einfach ist — liefert man die directe Demonstration, dass das Licht und die Wärme von der Sonne schon fertig gemacht zu uns kommen.

Digitized by Google

Indem alle von der Sonnenscheibe ausgehenden Strahlen sich nach dem Diagramm beiläufig in der Distanz des Mondes durchschneiden, so hat man in diesem Puncte, welcher der Brennpunct einer mächtigen Lupe ist und somit das Bild der Sonne enthält, ein Cometungeheuer construirt, dessen Flamme (Schweif) die halbe Erdkugel bedeckt und sich dann unter der Maske eines Halbschattens zuerst um den Schattenkegel lagert, dann aber sich in das Unendliche ausdehnt.

Es scheint, dass die Nothwendigkeit, einen Halbschatten zu fabriciren, die Anwendung des drastischen Mittels hinlänglich erklärt, nur muss man bedauern nicht zu wissen, was eigentlich die Sonnenstrahlen, die ja nach der Ansicht der Theorie direct und in gerader Linie auf die Erde ankommen, bewegen oder bestimmen kann, nebstdem noch sich zu kreuzen und so convergent das Sonnenbild uns auf eine Distanz von 60 Erdhalbmessern entgegen zu bringen? So viel wenigstens wird klar, dass man auf diese Art gewiss ist ein fertiges Licht zu haben, welches bei weitem intensiver als das Sonnenlicht selbst erscheint, das doch in 8′ 16″ direct zu uns gelangt; von der anderen Seite zeigt sich aber ein kleiner Uebelstand, indem der Halbschatten doch etwas weniger Licht sein sollte als das Tageslicht, er sollte ja die Hälfte des Ganzschattens sein; übrigens lässt sich der auf diese Art producirte lichte Schatten nicht mehr aufhalten, die sich als Tangenten zerstreuenden Strahlen setzen sich in das Unendliche fort und beleuchten alles, was in ihren umgekehrten Lichtkegel kommt; ein bedeutender Theil des Sternhimmels ist von diesem Kegel stets bedeckt.

Wir fragen, welche Ideen muss man von der Natur des Lichtes haben, um sich solche Dinge einzubilden?

Die Sonnenstrahlen berühren (rasent) den Umfang der Erde und passiren den hier beginnenden Schattenkegel, sie bleiben aber zu einander nicht parallel, sie müssen sich einbiegen, denn sonst könnte der Schattenkegel nicht entstehen, ausser welchem die Objecte schon beleuchtet werden. Man weiss es wohl: wäre die Erde zwei-, drei-, zehn- oder hundertmal grösser als sie ist, so würde sie von der Sonne ebenso beleuchtet werden, als sie es gegenwärtig ist; folglich sind die bei ihr vorübergehenden unsichtbaren Sonnenstrahlen noch kein Licht.

Es ist die Totalität der Sonnenstrahlen, welche jeden Punct der Erde trifft, es ist die Totalität der scheinbaren Sonnenscheibe, welche „einen Strahl“ durch die Nadelöffnung treibt und wenn wir Millionen und abermals Millionen Milliarden von Nadeln neben einander stellen, so haben wir eben so viele Bilder der Sonne, welche durch ihre Oeffnungen sich darstellen: ist die Sonne in

Digitized by Google

diesem Augenblicke partiell verfinstert, so sind ihre Bilder gleichfalls partiell eclipsirt. Auf diese Art hat Jedermann seine Sonne, deren es so viele als — Augen gibt. Es liegt in der wundervollen Natur des Lichtes dieser „Parallelismus der Strahlen," der allein uns den ausserordentlichen Effect begreiflich macht, den sie auf der Erdoberfläche hervorbringen: nämlich die Production des Lichtes und der mit ihm verbundenen Wärme in dem uns bekannten grossartigen Maasse.

Da der Halbschatten nicht das directe Sonnenlicht sein kann, so sucht man ihn indirect durch ein verfehltes Mittel darzustellen, welches das Licht noch vielmehr direct hervorbringt. Die Beobachtungen constatiren, dass den Schattenkegel der Erde ein schwaches Licht umgibt, welches der Mond passirt. Indem man nun im Sonnensysteme noch kein anderes Licht entdeckt hat als jenes der Sonne oder das durch sie erzeugte, so ist es ausser allem Zweifel, dass der Halbschatten oder das Halblicht aus derselben Quelle fliesst. Wir haben versucht hierüber eine Idee zu geben, indem wir die Art und Weise betrachteten wie eine Sphäre beleuchtet wird. Es erzeugt sich nämlich auf dem Umkreis der Sphäre — welche in der Ferne gesehen als eine runde Scheibe erscheint — jene Lichtkrone, welche bei den totalen Sonnenfinsternissen auf dem Monde beobachtet wird.*) Diese die beleuchtete Sphäre umringende Lichtkrone oder Lichtflamme, ist das, was man Morgen- und Abendröthe, was man Polarlicht nennt. Die Ausdehnung der Flamme ist bedeutend, sie ist der Natur der Reflexion nach nirgends senkrecht auf die Erdoberfläche, als dort wo die Strahlen nicht im Winkel, sondern senkrecht auffallen: es ist somit begreiflich, dass an den Beleuchtungsgrenzen der Erde diese Lichtflamme sich auf die von der Sonne unbeleuchtete Hälfte ihrer Sphäre ausdehnt. Das reflectirte Licht ist es nun, welches seine Wirkung auf den Mond ausübt und ihn schwach beleuchtet, bevor er in den Schattenkegel tritt. Dass dieses Licht weniger intensiv wirkt als die directen Sonnenstrahlen, ist an sich klar. Wir haben auch bemerkt, dass die Sonnenstrahlen die Lichtkrone in beständiger Action durchdringen, ohne deren Intensität zu vergrössern oder zu verändern, sie ist ja nicht materiell, sie ist das Licht selbst.

[15.] Man hat beobachtet, dass der Mond noch sichtbar bleibt, selbst wenn er sich gänzlich in den Schattenkegel versenkt hat, und dass er gleichsam von einem röthlichen Licht beleuchtet ist. Dies ist jedoch kein constantes, sondern ein *exceptionelles*, *bedingtes* Phänomen, da man viele Totaleclipsen beobachtet hat, während welcher der Mond gänzlich unsichtbar gewesen ist.

---

*) Considérations sur les comètes etc.

Digitized by Google

Um dieses Phänomen zu erklären hat man verschiedene Meinungen geäussert, als Endresultat findet man in den meisten Büchern Folgendes: Arago III. p. 570.

„Wir haben die Dimensionen des Schattenkegels in der Vor„aussetzung gefunden, dass die die Erdoberfläche berührenden „Sonnenstrahlen sich über die Erde hinaus in gerader Linie fort„bewegen; aber die Atmosphäre, deren Dichte mit ihrer Höhe „abnimmt, verursacht die Refraction, nach welcher sich diese „Strahlen biegen und sich viel früher begegnen als dies ohne die „Refraction der Fall wäre. Die Spitze des wirklichen Schatten„kegels, welchen die Erde hinter sich projicirt, muss demnach we„niger ferne sein als wir voraussetzen. Die durch die unteren „Schichten der Atmosphäre eingebogenen (infléchies) Sonnen„strahlen können den Mondeskörper treffen, im Gegensatze zu „dem, was eine geometrische Auffassung anzeigt, wenn diese von „jenen physischen Ursachen getrennt ist, welche wir nun in Be„trachtung ziehen. Die Strahlen, welche die unteren Luftschichten „durchlaufen, färben sich stets röthlich, so wie man dies aus den „Beobachtungen der Auf- und Untergänge der Sonne, so wie auch „von jenen des Mondes und anderer Gestirne ableiten kann. Wenn „diese Erklärung, welche wir hier discutiren, gegründet ist, so „muss der Mond, während er nicht ganz verschwindet, geröthet „erscheinen; dieses Resultat der Theorie ist aber vollkommen „übereinstimmend mit den Beobachtungen. Es wird sich somit „ereignen, dass das secundäre oder *reflectirte* Licht, welches den „Mond während seiner totalen Eclipse erreicht, desto lebhafter „wird, als die Strahlen, welche ihm auf diese Art ausnahmsweise „zukommen, eine mindere Refraction erlitten haben; dieses Licht „wird demnach eine grössere Intensität haben in den Eclipsen der „Apogée als in jenen der Perigée. Dies ist durch die Relationen „aller Astronomen bekräftigt.“

Herschel sagt, dass eine so bedeutende Refraction ihm unmöglich erscheint, und er setzt voraus, dass der Mond so wie alle Planeten sein eigenes Licht hat, welches ihn während der Finsternisse sichtbar macht. Arago bemerkt hierauf, dass nach dieser Hypothese der Mond nie ganz verschwinden würde, was nicht der Fall ist. Da aber bei der Voraussetzung der Mondesbeleuchtung durch die sich in den Kegel einbiegenden Strahlen der Mond gleichfalls während jeder Eclipse geröthet erscheinen müsste, bemerkt Arago, „dass es hinlänglich ist, vorauszusetzen, dass die Regionen unserer „Atmosphäre, welche die Strahlen durchwandern und so durch die „Refraction zum Monde gelangen können, manchmal mit Wolken „überzogen sind.“ Unseren Lesern wird es vorkommen, als würde dieses Argument auch für Herschel's Hypothese hinlänglich sein,

Digitized by Google

wie es aber mit den Beobachtungen und ihrer Uebereinstimmung, mit der Theorie und den Wolken aussehen wird, ist eine andere Frage. Wenn die Theorie nämlich oder das Phänomen selbst von den Wolken abhängt, so müssen wohl auch wir in den — Wolken verbleiben; werden aber dafür nie wissen, warum der Mond einmal beleuchtet und geröthet ist, das anderemal aber nicht.

Was uns bei dieser Discussion interessirt, was für uns von Bedeutung ist, das ist die Erkenntniss der Astronomen, dass eine Beleuchtung, das heisst eine Lichproduction durch Refraction stattfinden kann. Dass die gelehrten Astronomen nicht die physische, sondern die astronomische Refraction vor Augen haben; dass diese Refraction die Lichtstrahlen, das heisst das Licht selbst einbiegt und in den Schattenkegel hineinbringt und dadurch — seine Spitze abschneidend ihn verkürzt, dies sind nur Ansichten, welche mit den gegenwärtigen Begriffen über die Luft und das Licht recht wohl harmoniren können. Wie das Licht sich reflectirt und refractirt, das zeigt jeder Optiker jeden Augenblick; dass aber das Licht sich durch diese beiden Processe erzeugt, das einzusehen wird die Theorie noch lange, lange Zeit benöthigen.

Wir haben es als eine Thatsache aufzustellen versucht, dass die Atmosphäre durch ihre Refractionsfähigkeit nothwendigerweise ein Licht erzeugen muss, welches der Natur der Sache nach in den Schattenkegel der Erde fallen muss. Wir haben auch die Bedingungen dieser Lichterzeugung betrachtet und die Wahrscheinlichkeit hervorgehoben, dass diese Production periodisch ist und von der Lage oder Stellung des Erdsphäroids in Bezug 'auf die Sonne abhängt. Es stellt sich heraus, dass das Zodiacallicht nichts anderes ist als dieses von und durch die Atmosphäre erzeugte Licht, welches zeitweise den Mond in dem Schattenkegel beleuchtet. Was durch die astronomische Refraction, durch ein Einbiegen der Lichtstrahlen oder des Lichtes selbst unmöglich ist, das wird durch die physische Refraction, durch die Erzeugung des Lichtes natürlich erscheinen.

Ueber diese beiden zusammenhängenden Phänomene — über das Zodiacallicht und den während der Eclipsen beleuchteten Mond — sind die Beobachtungen sehr spärlich und unvollständig, und kein sicherer Schluss ist aus ihnen zu ziehen. So viel scheint mit einiger Wahrscheinlichkeit constatirt zu sein, dass die Periode des Zodiacallichtes mit jenen der Nachtgleichen zusammenfällt; und erzeugt sich ein solches Licht in anderen Stellungen der Erde, so wird es bedeutend schwächer sein. Mit der Periode dieses gerötheten Lichtes muss die Periode zusammenfallen, in welcher eine Beleuchtung des Mondes während seiner totalen Eclipse vorgeht. Wir haben eine einzige angegebene Beobachtung gefunden, welche in diese

Digitized by Google

Periode fällt und in welcher der Mond mitten im Schatten sichtbar gewesen ist.

[16.] Die verschiedenen Lichtphänomene, welche der Mond zeigt, sind höchst wichtig, sie können werthvolle Aufschlüsse über die Natur des Lichtes geben, so wie auch die mit ihren Eclipsen verbundenen Umstände über die Atmosphäre manch schätzbare Lehre enthalten; dass sein Schattenkegel, kann er auf Grund der Beobachtungen genauer studiert werden, manche Aufklärung über Grösse und Entfernung der drei Himmelskörper, Sonne, Mond und Erde geben kann. Es ist somit nicht nur wünschenswerth, sondern nothwendig, dass der uns nächste Himmelskörper — gleich nach der Sonne — den ersten Platz der genauesten Beobachtungen einnehme. Eine grosse Aufmerksamkeit und ausnahmsweise zarte Beobachtungen werden eine solide Instruction über alle seine Phänomene herbeiführen.

Da ist noch z. B. das sogenannte aschgraue Licht, welches an den Rändern der Mondesscheibe sichtbar ist, während er in Conjunction oder doch nahe vor und nach der Conjunction ist. Die äussersten Theile seiner Scheibe scheinen beleuchtet zu sein. Beobachtet man dieses Phänomen mit Aufmerksamkeit, so wird man gewahr, dass dieses graue oder vielmehr sehr schwache Licht von jenen Regionen der Scheibe, welche zur directen Beleuchtung gelangen, zuerst und nach und nach verschwindet, und dass dieses Licht gänzlich aufhört, wenn ein bedeutender Theil des Mondes beleuchtet ist.

Dieses Phänomen zeigt uns den Unterschied zwischen den Intensitäten des reflectirten Lichtes, es ist noch wahrnehmbar, während die Sonne sich über dem Horizont befindet, und es ist augenscheinlich, dass an dem gegen die Sonne gekehrten Theile des Mondes dieses aschgraue Licht die grösste Intensität hat. Wir bemerken, dass dieses Phänomen jede zur Hälfte beleuchtete Sphäre producirt.

Die Theorie hat sich dafür entschieden, dass dieses Phänomen durch das von der beleuchteten Erde auf den Mond reflectirte Licht hervorgebracht ist. Wir sind der Meinung, dass dies nicht statthaben kann, sondern dass das graue Licht direct durch die vom Monde reflectirten Sonnenstrahlen erzeugt ist.

Mit Rücksicht, dass durch die auf einander folgenden Reflexionen die Intensität des Lichtes schnell abnimmt, stützen wir unsere Ansicht auf folgende Betrachtungen.

Je höher die Tagessonne in Bezug auf uns steht, desto intensiver wird das Licht auf der Erdoberfläche, und um so weniger ist das graue Licht auf dem Monde bemerkbar. Dieser Umstand zeigt, dass ein starkes Licht das schwächere unsichtbar macht; welcher

Digitized by Google

Unterschied der Intensitäten nöthig ist, damit ein Licht vor dem andern verschwinde, ist bekannt. Das Licht, welches uns auf der beleuchteten Erde umgibt und unmittelbar, direct, in unserer Gegenwart sich erzeugt, ist somit bedeutend intensiver als jenes Licht sein kann, welches von der Erde aus durch Reflexion auf den Mond übertragen ist. Es ist somit unwahrscheinlich, dass wir dieses Erdenlicht auf dem Monde sehen können, indem es, um uns sichtbar zu werden, sich vom Monde zurück zu reflectiren hätte und somit nur nach zwei Reflexionen auf die Erde gelangen kann.

Vom Monde aus gesehen erscheint während seiner Conjunction die ganze Erdscheibe beleuchtet; dieser Umstand dient als Argument für die angenommene Ansicht über das aschgraue Licht, und man sagt, je mehr Licht die Erde in Bezug auf den Mond enthält, desto mehr kann sie davon ihrem Satelliten zusenden: da dieser von der Sonne noch nicht beleuchtet ist, so muss sein sichtbares Licht nothwendig das von der Erde auf ihn reflectirte Licht sein etc.

Die Lichtmenge, welche die beiden Körper, Erde und Mond, sich gegenseitig zusenden, hängt ohne Zweifel von der Grösse ihrer respectiven Phasen ab; es handelt sich nur um den Effect, welchen diese gegenseitigen Beleuchtungen hervorbringen. Auch der Mond beleuchtet die Erde stärker und stärker bis seine Lichtmenge — bei seiner Opposition, dem Vollmond — ihr Maximum erreicht. Obwohl wir den Mond in allen seinen Phasen auch beim Tage noch sehen, so ist doch sein auf die Erde stets reflectirtes Licht dennoch nicht sichtbar, bis nicht jedes directe Licht — die Dämmerung nicht ausgenommen — auf der Erde aufhört. Hieraus folgt, dass das schwächste directe Licht auf der Erdoberfläche noch weit intensiver ist als das stärkste reflectirte Licht des Mondes. Wir schliessen aus diesem Factum, dass gleicher Weise auf dem Monde das schwächste directe Licht noch viel stärker ist als jenes von der Totalität der beleuchteten Erde reflectirte. Wenn demnach auf dem Monde ein für uns sichtbares Licht ist, so muss dieses ein directes Licht sein, indem das von der Erde auf den Mond reflectirte Licht von der Erde aus nicht sichtbar sein kann.

Während der Conjunctionen des Mondes ist von den zwei Hemisphären, der Erde und des Mondes, wie dies immer der Fall ist, die eine ganz beleuchtet und die andere im Schatten, als hätte die Sonne stets nur eine ganze Sphäre zu beleuchten. Die Hemisphären beider Körper sind in dieser Stellung so gegen einander gekehrt, dass die dunkle des Mondes der lichten der Erde entspricht, folglich ist die Beleuchtung des Mondes durch die Erde

Digitized by Google

eine centrale und vollständige. Ihrer Natur nach muss diese Beleuchtung den grössten Effect auf den scheinbaren Mittelpunct der Mondesscheibe hervorbringen; der Mond muss demnach auf diese Art so von der Erde zur Hälfte beleuchtet werden, als er auf der andern Hälfte von der Sonne beleuchtet wird; die grösste Intensität des reflectirten Erdlichtes müsste sich somit auf den Aequatorialtheilen des Mondes zeigen, in der Mitte seiner Scheibe, und zwar um so mehr, als die Mondeshalbkugel eben mit diesem ihren Theile der Erde am nächsten ist; von der Mitte an aber müsste die Intensität des Lichtes graduell abnehmen, um an den Rändern der Mondesscheibe ihr Minimum zu finden. Da nun dieses Phänomen sich nicht zeigt, so können wir sagen, dass das aschgraue Licht des Mondes nicht die Folge der Erdbeleuchtung ist.

Wenn endlich das aschgraue Licht in der Gegenwart der Sonne schon sichtbar ist, so muss es sich um so deutlicher zeigen während der Sonnenfinsternisse, insbesondere aber während einer totalen Eclipse. In diesem Falle müsste die ganze Mondscheibe von der Erde beleuchtet sein, was nicht der Fall ist. Man könnte auf diese Bemerkung entgegnen, dass während dieser Eclipsen der Mond seinen Schatten auf die Erde wirft, folglich durch diese nicht beleuchtet werden kann. Dieser Einwurf würde sich in der Hypothese bewegen, dass während der totalen Finsterniss die ganze Erdhemisphäre sich in dem Schatten des Mondes befindet; man weiss es aber wohl, dass dieser Mondschatten ein kleines Stück vom Ende des Schattenkegels unseres Satelliten ist, folglich nur einen sehr kleinen Raum der Erdoberfläche deckt und nicht hindert, dass der grosse beleuchtete Theil der Erde sein Licht dem Monde mittheile.

Von diesen Betrachtungen geleitet und durch die Art und Weise, wie die Beleuchtung einer Sphäre vor sich geht, glauben wir, dass das aschgraue Licht auf der Oberfläche des Mondes selbst durch die Sonnenstrahlen hervorgebracht ist. Wir haben gesehen, dass die Lichtkrone, welche sich auf einer jeden beleuchteten Sphäre erzeugt, durch die Reflexion sich über die direct beleuchtete Hemisphäre erstreckt und gleichsam sich auf die unbeleuchtete Hälfte hinüber biegt; diese Lichtflamme ist nun diejenige, welche mit der Entfernung des Mondes von der Sonne nicht mehr sichtbar ist und das Phänomen erzeugt. Dass diese Krone sich mit der directen Beleuchtung des Mondes für uns verliert, ist an sich klar. Es ist somit ein schwaches, vom Monde selbst reflectirtes Licht, welches den dunklen Grund des Körpers in eine aschgraue Farbe hüllt.

[17.] Die verschiedenen Intensitäten des Lichtes, mit der schwächsten Phosphorescenz des Leuchtwurmes angefangen, bis

Digitized by Google

zum electrischen Lichte oder zur Sonne selbst, sind wohl jedermann bekannt: diese Grenzen aber schliessen eine Unendlichkeit ein. Man weiss, wie eine grosse Intensität die kleinere beherrscht, ja ganz unterdrückt. Um nun ein schwaches Licht zu sehen in der Gegenwart eines stärkeren, muss man diese zu beseitigen suchen. Wenn demnach die Himmelskörper, Sterne genannt, nach gewissen Umständen während des Tages sichtbar sind, so ist dies in Folge dessen, dass das uns umhüllende intensive Tageslicht, auf die eine oder die andere Art beseitigt wird, sei es z. B. durch die Tiefe eines Brunnens, durch die Höhe eines — Rauchfanges, oder durch die Röhre des Telescopes etc. Die Astronomen, die sich mit der Beobachtung der zartesten Himmelsobjecte befassen, wissen, welchen Einfluss die Differenz der Lichtintensität auf unsere Sehwerkzeuge ausübt. So sagt z. B. Herschel: „um die Satelliten des Uranus auffinden oder sehen zu können, muss das Auge einige Momente ausruhen, ohne irgend etwas zu beobachten und zu betrachten.“ Dieses Factum zeigt uns, dass das Licht in unser Auge eindringt, oder vielmehr, dass es sich darin producirt und auch für eine kurze Zeit darin verbleibt, es muss demnach dieses Licht sich aus unserem Auge verlieren, bevor es seine frühere Sehkraft wieder erlangt und die Fähigkeit zurückerhält, ein schwaches Licht wahrzunehmen.

Wir haben gesehen, welche Ideen man sich von der Atmosphäre gemacht hat, um dadurch die verschiedenen Lichtphänomene zu erklären.

Das atmosphärische Licht, welches man sich eingebildet hat, setzt voraus, dass die Luft, wenn sie auch nicht ihr eigenes leuchtendes Licht hat, dennoch ein Licht um sich verbreitet. Man stellt sich vor, dass das Sonnenlicht sich in der Luft zerstreut, sie anfüllt und dass diese Luft das Licht eben so in sich aufnimmt, wie sie die Wärme empfängt; man glaubt ferner, dass die Gesammtmasse der Luft von der Sonne durch und durch beleuchtet ist. Diese letztere Ansicht ist jedoch nicht mehr in Harmonie mit der Wärmevertheilung und man weiss, dass diese mit der Höhe abnimmt, woraus folgt, dass, um die Analogie aufrecht zu halten, man auch die Abnahme des Lichtes mit der Höhe annehmen muss. Es ist indessen klar, dass, wenn die ganze Luftmasse erleuchtet wäre, wir keine Nächte hätten, oder die Luft müsste ihr Licht irgendwo einstweilen deponiren, um es beim Tag wieder hervorzunehmen.

Der Begriff des „atmosphärischen Lichtes“ reducirt sich demnach auf die Existenz einer Lichtflamme, welche auf der reflectirenden Erde erzeugt, sich verbreitet, und natürlich in der Atmosphäre — als Raum genommen — enthalten ist. Die Production

des Lichtes ist constant; die der Sonne zugekehrte Erdhälfte ist stets beleuchtet, und der Beobachter befindet sich in mitten der Flamme, deren Intensität wächst oder sich vermindert mit der Lage, in welcher er sich in Bezug auf die Sonne befindet. Das Licht schwindet nach und nach, als wäre es eine flüchtige Substanz; einige Zeit nach Sonnenuntergang hört es gänzlich auf; dieser Moment der Verschwindung des Lichtes muss auf einem gegebenen Punct der Erde, z. B. durch den Polariscop angezeigt werden, indem in diesem Momente das atmosphärische Licht zugleich verschwindet. Uebrigens ist dieses Phänomen der Dauer des Abendlichtes Modificationen unterworfen, welche von der geographischen Lage des fraglichen Erdpunctes abhängen.

Hat man aber, in Verbindung mit der Idee über das atmosphärische Licht, auch den Begriff aufgestellt, dass die Luft vom Lichte durchdrungen, gleichsam selbst leuchtend wird, so hat man die physische Refractionsfähigkeit derselben anerkannt, hiedurch aber die Idee über ihre Reflexion gänzlich beseitigt; überlegt man diese Umstände, so wird man sich wohl hüten, der Atmosphäre zugleich die heterogensten Wirkungen auf das Licht zuzuschreiben, man wird sie nicht in derselben Zeit das Licht reflectiren, refractiren, also erstens zurückwerfen, dann aber durchlassen und abbiegen machen, man wird sie nicht als einen opaken Körper betrachten und durch sie Schatten werfen lassen.

Die Allwissenheit ist nicht des Menschen Antheil, und anstatt durch sich widersprechende Hypothesen, Erscheinungen, welche man nicht begreift, erzwungen zu erklären, ist es einfacher zu sagen — was auch einige Male schon vorgekommen ist — „dass der gegenwärtige Zustand der Wissenschaft die Auflösung der Frage nicht zulässt.“ Niemand ist gehalten Dinge zu erklären, welche er nicht versteht, aber Jedermann könnte mit uns die Ansicht theilen, dass ein Aglomerat von Ideen, Meinungen, mehr oder minder absurden Einfällen etc. nicht eine Wissenschaft genannt werden kann.

[18.] Wie weit die Astronomen in der Kenntniss der „Natur des Lichtes“ vorgeschritten sind, wird aus jenen Ideen ersichtlich, welche sie sich über die Cometen gemacht haben.

Die Cometen — sagen sie — sind wandernde Himmelskörper, die nach allen Richtungen die Welträume durchfliegen; sie sind Weltkörper, Gestirne, also körperlich wie die übrigen. Alle Untersuchungen, sie fangen mit Herschel an, zeigen und beweisen immer mehr und mehr, dass die Cometen gar keine Masse haben, denn hätten sie nur den hundertsten Theil der Dichte der Atmosphäre, so hätte man dies schon gefunden. Hieraus folgt, dass die Cometen Körper ohne Materie sind. Diese immaterielle Materie

Digitized by Google

ist aber vollkommen diaphan; alle Theile des Cometen sind durchsichtig, selbst durch ihren Kern, der wie natürlich schon in verschiedenen Graden der Condensation vorgeschritten ist, sind die kleinsten Sterne sichtbar. Noch beweiset Bessel durch die genauesten Beobachtungen, dass die Cometen das Licht nicht brechen, also keine Refraction verursachen; endlich kommt Arago durch seine geistreichen Forschungen zu dem Resultate, dass das Licht der Cometen ein von der Sonne erborgtes Licht ist!

Wenn nach allem dem die Astronomen sagen, dass die Cometen durch die Sonne beleuchtet sind, dass sie somit das Sonnenlicht reflectiren, so sind sie der Meinung, dass etwas, was keine Materie hat, beleuchtet werden kann; dass ein unkörperliches Wesen das Licht reflectirt, oder dass überhaupt etwas vollkommen Durchsichtiges das Licht nicht durchlässt, sondern zurückwirft. Werfen aber die Cometen das Sonnenlicht zurück, so müssen sie jedes Licht, folglich auch das Licht der Sterne zurückwerfen. woraus folgt, dass die Cometen nicht transparent, die Sterne durch ihre Substanz nicht sichtbar sind.

Aus allen diesen Umständen und aus den allgemeinen gesammten Phänomenen der Cometen kann nur der einzig rationelle Schluss gezogen werden, dass diese nichts anderes als Lichterscheinungen, ein projicirtes, ein figurirtes Sonnenlicht sein können. Bemerken wir dass die Alten schon dieser Idee waren, ohne dass sie über die Erscheinungen des Lichtes jene Kenntnisse hatten. welche man heutzutage in Folge der tausendfältigen Experimente — haben könnte.

DIE THEORIE DER ABERRATION.

[19.] Die Abirrung des Lichtes ist die Erfindung Bradley's, sie ist mit jener Römer's verschwistert.

Diese Theorie wird uns von den Astronomen mit Stolz als das non plus ultra der Producte des menschlichen Geistes und Scharfsinnes, als das Prachtstück der erklärenden Wissenschaft vorgeführt. Arago sagt: „Die Entdeckung, die Beobachtung und die „Theorie der Aberration ist unwidersprechlich eine der schönsten „Entdeckungen, deren sich die Astronomie rühmen kann“ (puisse se glorifier).

Die Theorie ist zweifelsohne — scheinbar — geistreich zusammengestellt, sie soll auf genauen Beobachtungen beruhen, sie enthält etwas Geometrie, einen evidenten Rechnungsbeweis mit Ziffern und auch eine Imagination, welche sie interessant macht.

Digitized by Google

es fehlt somit nichts, um sie zu einer vollkommenen Theorie heranzubilden.

Die Einstimmigkeit, mit welcher die Astronomen diese Theorie angenommen und bis heute gewissenhaft aufrecht erhalten haben, liefert uns den evidenten Beweis, dass sie die Beobachtungen, auf welche Bradley selbe gründete oder vielmehr, aus welchen er seine Schlüsse gezogen hat, entweder nicht geprüft oder deren Bedeutung nicht aufgefasst haben, dass sie folglich in einer Illusion mehr sich befinden, welche ihnen zu rauben eine — grausame Handlung ist.

Da wir aber ausgesprochen haben, dass das Phänomen, welches die Theorie Bradley's vorstellen soll, das Phänomen der Aberration gar nicht existirt, so müssen wir wohl unser Wort lösen und zeigen, dass die Theorie nebst ihrer Nutzlosigkeit nur da ist, um die Ideen über das Licht und über das Sonnensystem noch mehr zu verwirren, den Thatsachen zu widersprechen und sie zu verläugnen. Wir werden zugleich sehen, welche Menge von Suppositionen und Hypothesen diese Theorie in sich schliesst?

[20.] Bradley verlegt sich (1725) auf die Beobachtung der „Fixsterne" mit einem Geschick, Eifer und Ausdauer, welche vor ihm noch kein Astronom in diesem Maasse unternommen hat. Bei diesen delicaten Beobachtungen handelt es sich um Secunden und ihre Bruchtheile in Zeit und Bogen.

Das Hauptresultat seiner Beobachtungen ist, dass während eines Jahres alle Sterne sich auf dem Firmament scheinbar versetzen, sowohl ihre Rectascension als auch ihre Declination sich ändert und hiedurch die Sterne Kreise, Ellipsen etc. beschreiben, welche geschlossen sein müssen; indem das Plus und Minus der Variationen an Rectascension und Declination mit dem Ablauf des Jahres sich aufhebt und die Sterne an denselben Punct des Himmels zurückkehren, von welchem sie ausgegangen sind. Dieses wichtige Phänomen zeigt uns deutlich die Bewegung der Erde im Raume an und Bradley hat durch seine Beobachtungen der Wissenschaft eine neue Aera angewiesen, sie in eine unbekannte Welt geführt. Dies ist Bradley's grosses Verdienst um die Astronomie.

Nach seinem Vorbilde sind die Sternbeobachtungen von den Astronomen systematisch fortgesetzt worden, sie gehören gleichsam zur Tagesordnung ihrer practischen Arbeiten. Es fanden sich stets ausgezeichnete Beobachter, die mit Hilfe der verbesserten Messinstrumente Bradley's Resultate der zartesten Beobachtungen an Genauigkeit noch übertroffen haben. Sie liegen vor diese schätzbaren Resultate, sie bilden eine Masse und enthalten eine grosse wichtige Lehre; ihre hohe Bedeutung jedoch ist nicht gewürdigt, ja sie kann heute noch nicht erfasst werden, da die aufgestellten

Digitized by Google

Theorien und festgemachten Ideen mit ihr im Widerspruche sind. Wir werden auf diese Beobachtungen zurückkommen und sie näher betrachten, hier haben wir die Schlüsse in Erwägung zu ziehen, welche Bradley aus *seinen* Beobachtungen gemacht hat.

Die Chronik sagt, Bradley hätte eigentlich die Parallaxe der Fixsterne gesucht und nicht gefunden, dafür aber reichlich entschädigt worden durch die Entdeckung zweier wichtigen Phänomene; nämlich der Aberration und der Nutation.

Bradley beobachtet die Zenithsterne. Alle Sterne, welche den Meridian eines Beobachters im Zenith passiren, liegen in demselben Parallelkreis und ihre Declination ist gleich der Polhöhe des Beobachtungsortes.

Durch das Fernrohr aber können, je nach dessen Gesichtsfelde, auch Sterne passiren, also auch beobachtet werden, deren Declination etwas grösser oder etwas kleiner ist. Der Zufall will, dass Bradley auf den Stern γ Draconis — in der Constellation des Drachen — stosst und sich vorzugsweise an ihn hält. Wir werden später sehen, welche Eigenthümlichkeit diesen Stern durch seine Position characterisirt?

Dieser Stern verändert seine Declination während des Jahres durch Ab- und Zunahme, die Differenz zwischen seiner grössten und kleinsten scheinbaren Declination ist nahe 40″; am Ende des Jahres scheint der Stern wieder dieselbe Declination zu haben, welche er im Anfange des Jahres hatte.

Die Rectascension des Sternes zeigt während des Jahres eine Differenz von beiläufig 4″ in Zeit oder 60″ in Bogensecunden. Bradley hält sich an die Declination und sagt: der Stern beschreibt eine Ellipse, deren grosse Axe gleich 40″ ist. Hier schon fängt die Confusion an; wenn der Stern eine geschlossene Ellipse beschreibt, so ist die grosse Axe derselben nicht 40″ sondern 60″, die grosse Axe gehört der Rectascension, die kleine der Declination an. Es ist kein Zweifel, dass die Ellipse in Folge der Erdbewegung in ihrer Bahn entstehe; Bradley kann aber nicht glauben, dass diese Figur die Projection der Erdbahn sei, da nach den herrschenden Ideen die Fixsterne entweder keine Parallaxe oder eine sehr kleine haben.

Beschreibt — von der Erde aus gesehen — ein Stern einen messbaren Kreis oder eine Ellipse, so muss von diesem Sterne aus gesehen die Erde genau denselben Kreis oder Ellipse beschreiben, dieses ist in der Natur der Dinge.

Die Erde aber ist nach den adoptirten Begriffen schon von dem nächsten Stern gesehen ein fixer Punct, und Bradley sich an die aufgestellte Ansicht haltend sagt: „Obwohl das Phänomen die Erdbewegung anzeigt, so kann es dennoch nicht von dieser

Digitized by Google

producirt werden, es muss demnach hier die Geschwindigkeit des Lichtes im Spiele sein, und da man die Erdbewegung — als auf das Phänomen einfliessend — nicht ganz beseitigen kann, so muss dessen wahre Ursache in der combinirten Geschwindigkeit des Lichtes und der Erde liegen.“ Die eine Hälfte der Theorie ist hiemit fertig.

Die Positionen, welche die Erde während des Jahres in ihrer Bahn einnimmt, sind bekannt, denn diese Bahn bleibt unverändert auf demselben Fleck; beschreibt der Stern seine Curve in Folge dieser Erdstellungen, also mit der Erdbewegung übereinstimmend, so müssen alle Puncte seiner beschriebenen Figur den Puncten der Erdbahn entsprechen, in welchen die Erde sich eben befindet; das heisst, der Stern muss seine kleine Bahn eben so ordentlich beschreiben, wie die Erde die ihrige beschreibt. Der Stern γ Draconis ist aber im Rückstande von drei Monaten: ist die Erde im December, so ist der Stern erst im September; ist die Erde im Juni, so ist der Stern im März etc. Er ist somit immer um 90^0 in seiner Bahn von der Erdstellung unterschieden. Hieraus schliesst Bradley, dass das Licht sich abirrt und nie auf dem rechten Ort ist; hiemit ist die Theorie ganz vollständig.

[21.] Bradley hat somit seine Schlüsse aus dem durch einen und denselben Stern gezeigten Phänomen gezogen, dadurch hat er sich aber in die Nothwendigkeit versetzt, die Phänomene aller übrigen Sterne nach seiner einmal aufgestellten Theorie zu regeln, das heisst, ihnen Bewegungen anzudichten, welche sie nicht machen. Er schliesst nämlich weiter: „Alle Sterne, ohne Ausnahme, müssen sich auf dieselbe Art versetzen, wie sich γ Draconis versetzt, indem die Geschwindigkeit des Lichtes und der Erde immer dieselbe ist. Ob nun der Stern einen Kreis, eine Ellipse oder eine gerade Linie beschreibt, so bleibt die grosse Axe übrig, welche für alle Sterne von derselben Grösse ist.“

Aus dieser Voraussetzung folgt eine andere: „Würde die von den Sternen beschriebene Curve oder Linie die Projection der Erdbahn sein, so müssten diese Curven immer kleiner und kleiner werden, je entfernter der Stern von der Erde ist, da aber alle Curven und ihre grossen Axen gleich gross sind, so folgt unmittelbar hieraus, dass die Erdbahn sich nicht projicirt, diese durch die Sternenbewegung nicht reproducirt wird, sondern dass die Theorie der Aberration ganz richtig ist. Diese ist die Schlussmethode nach dem Gesetze der Umkehrung; zuerst ist das eingebildete, dann kommt das wahre Phänomen. Wir haben bereits bemerkt, dass das Gesammtwissen der Astronomen über die Entfernung der Sterne darin besteht, dass der kleinere Stern entfernter als der grössere ist.

Digitized by Google

Hierauf folgt die Erklärung des eingebildeten Phänomens.

Bradley bildet sich nämlich ein, dass das Licht der Sterne, obwohl schon auf der Erde angelangt, dennoch mit der Geschwindigkeit Römer's beständig fortläuft, und dass, während wir in der Erdbahn vorwärts gehen, das Licht unser Auge überall in gerader Linie trifft, mögen wir uns wo immer befinden. Während nun die Erde sich fortbewegt, versetzt sich der Stern auf dem Himmel so, dass er beständig 90 Grade von seinem wahren Orte entfernt ist; die Folge hievon ist, dass wir den Stern nie auf seinem Platze sehen. Schauen wir dorthin, wo wir ihn sehen, so ist er nicht da, schauen wir aber dorthin, wo er ist, so sehen wir ihn nicht. Ist dies nicht eine verführerische, man könnte sagen eine Vexirtheorie? Wenigstens sagt sie uns deutlich, dass die Aberration kein beobachtbares Phänomen ist, es musste erfunden werden; man kann sich jedoch lebhaft vorstellen, dass es existiren könnte, besitzt man aber nicht die hinlängliche Quantität von Einbildung, so genügt es zu wissen, dass Bradley damit ausgerüstet war. Dies scheint uns der wahre Grund zu sein, warum die Theorie der Aberration für ein Meisterstück gehalten wird.

Was für einen Stern gilt, gilt für den gesammten Sternhimmel; so kommen alle diese unzähligen Lichter zugleich, in gerader Linie in unser Auge, mit einer gleichen und constanten Geschwindigkeit, welche 10000mal jene der Erde übertrifft. Noch muss man sich additionell einbilden, dass der Lichtstrahl eines Sternes ein bis in unser Auge reichender Faden ist, welcher sich verkürzt und verlängert, je nachdem wir uns — wie man dies weiss — dem Stern nähern oder uns von ihm entfernen.

Der Aberrationswinkel durch die Bewegung der Erde und des Sternes gegeben, ist beständig derselbe und die beiden Ortsversetzungen sind wie 10100 zu 1.

Laplace sagt: „Die Eclipsen des ersten Satelliten Jupiters „haben die Entdeckung der successiven Bewegung des Lichtes „herbeigeführt, welche später das Phänomen der Aberration uns „noch besser kennen gelehrt hat.“ (Expos. 239.)

Laplace glaubt fest an die Wirklichkeit der Lichtbewegung nach der Bestimmung Römer's, er glaubt an die Existenz eines Aberrationsphänomens, und dennoch ist es nicht klar, worin eigentlich das „besser kennen lernen“ der Lichtgeschwindigkeit bestehe? Weder Römer noch Bradley geben uns den mindesten Aufschluss oder Lehre über die Natur des Lichtes: keiner von beiden studiert das Wesen oder die Eigenschaften des Lichtes, beide machen nur Schlüsse und beide schliessen auf eine und dieselbe Art. Die einzige Bemerkung Bradley's, „dass jedes Licht mit derselben Geschwindigkeit sich bewegt,“ würde einige Bedeutung haben, wenn

Digitized by Google

dieser Gelehrte dieselbe mehr entwickelt hätte. Wenn er sich vorstellte, dass das Licht unaufhörlich sich fortbewegt, so war er der Wahrheit nahe, ohne den wahren Sinn der Vorstellung errathen zu haben: das Licht nämlich ist immer neu und nie dasselbe; genau so wie die Zeit.

Hätte Bradley z. B. die Ansicht ausgesprochen, dass jedes Licht in derselben Zeit zu uns gelangt, welche immer die Entfernung seines Ursprunges ist, so hätte er einen grossen Schritt gethan, um zur Kenntniss dieser geheimnissvollen Kraft zu gelangen; damit hätte er aber sowohl seine eigene als auch Römer's Erfindung categorisch vernichtet, was er durch seine Vexirtheorie nur scheinbar gethan hat. In der That, wenn alle Sterne gleichartig von der Aberration afficirt sind, wenn das Licht aller Sterne, der nahen und fernen, mit derselben Geschwindigkeit der Erde nachfolgt, so liegt ja in diesem Umstande der unumstössliche Beweis, dass das Licht aller Sterne bereits angekommen ist, daher nicht weiter zu laufen braucht: die 3, 6, 100 und Tausende von Jahren, welche das Licht der Sterne verwendet, um zu uns zu gelangen, hat Bradley siegreich abolirt; warum aber ihr Licht noch immer 10000mal schneller läuft als die Erde, das ist nicht zu errathen, der Aufwand an Geschwindigkeit ist aber notorisch überflüssig, denn es wäre ganz hinlänglich, wenn die Sternlichter einfach der Erde in ihrer Bahn folgen.

Merkwürdig ist bei dieser Theorie, dass sie viel schwerer zu expliciren ist, als das so gut erfundene Phänomen selbst, welches wieder durch die Theorie explicirt wird. Auch gibt man sich — in den Büchern und Schulen — sehr viel Mühe, verständlich und fasslich zu sein: man stellt Röhren und Telescope in verschiedene Lagen und Neigungen, in welche man dann hineinregnen lässt, um uns begreiflich zu machen, dass am Ende das theoretische Licht auch nur ein — Regenwasser ist; man beweist es uns, dass wir nie in jener Richtung sehen, in welcher wir schauen, dass es demnach nur eine Redensart ist, zu sagen, dass das Licht unser Auge in gerader Linie trifft; dies deutet aber darauf hin, dass Bradley eigentlich eine Visionstheorie verfasst hat. Man spricht dabei so viel von der Geschwindigkeit des Lichtes, man explicirt so energisch, bis die Theorie Bradley's ganz unverständlich wird. In der That sucht man vergebens nach dem Zusammenhange der beiden Geschwindigkeiten, und die Supposition, dass der Lichtstrahl nicht senkrecht auf die Erdbahn fällt, macht die Confusion vollständig.

Das Licht des Sternes läuft uns nach! Wenn es aber 10000-mal schneller läuft als wir, so muss es uns recht bald überholen. Das Licht hat nach Bradley keinen andern Zweck als unser Auge zu treffen, folglich braucht es nicht weiter zu laufen, es macht

Digitized by Google

einen unnützen Aufwand, eine wahre Geschwindigkeits-Verschwendung, da es, um seine Abirrung zu zeigen, vollkommen ausreicht, wenn es mit der Erde gleichen Schritt hält.

Damit ein Stern von jedem Puncte seiner Sichtbarkeitssphäre, also auch von uns aus sichtbar werde, hat sein Licht gar nicht nöthig, sich in Bewegung zu setzen, man begegnet ihm überall, von welcher Stelle immer man es betrachtet.

Das Endresultat der Theorie, ihr Wesen ist, dass die Sterne nicht dort sind, wo wir sie sehen; aber diese Kenntniss — wenn man sie durchaus eine Kenntniss nennen will — ist von keiner Anwendung, denn die Himmelskörper befinden sich für uns dort, wo wir sie sehen. Euler, der sich viel mit dem Lichte beschäftigte, konnte sich mit der Aberration nicht befreunden: er sagte, dass das Phänomen sich durch unsere Sehorgane erzeugt, worüber Bradley sehr böse geworden ist.

[22.] So wie es durch die Beobachtungen constatirt ist, und wir sehen, dass eben durch die Beobachtungen Bradley's constatirt ist, dass die Curven oder Linien, welche die Sterne während einer Jahresdauer beschreiben, die Folge der Erdbewegung sind, so folgt, dass dieses Phänomen mit der Geschwindigkeit des Lichtes oder überhaupt mit dem Lichte nichts gemein hat, welches zu seiner Production ganz und gar nichts beitragen kann. Die perspectivische Winkelversetzung der Sterne in Folge der Erdversetzung ist eine natürliche, eine nothwendige. Aus den Beobachtungen geht es ganz verständlich hervor, dass die kleinen scheinbaren Curven Projectionen der Erdbahn sind, dass somit der Weg, welchen die Erde im Raume macht, von den Sternen angezeigt ist. Nun sagt aber Bradley und sagen nach ihm die Astronomen, dass, indem alle Projectionen dieselbe grosse Axe von 40″88 haben, diese nicht die jährliche Parallaxe der Fixsterne repräsentiren könne, welche Parallaxe Bradley gesucht und nicht gefunden hat; es blieb ihm somit nichts übrig, als dieses Phänomen einer andern Ursache zuzuschreiben. Wir werden sehen, dass die Untersuchungen über die Sternenparallaxe, welche die allergenauesten und zartesten Beobachtungen in sich schliessen, noch zu keinem befriedigenden Resultate geführt haben. Dennoch ist man allgemein einverstanden, dass der Halb- oder Durchmesser der Erdbahn, von einem Stern gesehen, gleich Null ist. Wenn demnach die Erde, von den Sternen aus gesehen, gleichfalls eine grosse Axe von 40″88 zeigt, so ist es klar, dass dies in Folge der Aberration der Erde statt findet. Aus dieser Bemerkung fliesst die Unhaltbarkeit der Theorie, denn es ist nicht — vernunftgemäss — vorstellbar, aus welchem Grunde die Erde für die Sterne eine Aberration haben soll?

Digitized by Google

Da nun Bradley das Phänomen durchaus erklären wollte, so fiel er um so mehr auf die Geschwindigkeit des Lichtes, als er zwischen dem einen Theile der Beobachtungsresultate und der Rechnung über die Differenz der beiden Geschwindigkeiten — des Lichtes und der Erde — eine Coincidenz fand. Auch war in dieser Zeit die Erfindung Römer's mit Beifall beklatscht und es war à propos dieselbe zu verwenden.

Aus dem Zusammentreffen von Rechnungsresultaten und aus den Zahlen kann man keinen Schluss auf das Wesen eines Phänomens ziehen. Wo man, wie in der Astronomie, immer rechnet und auf verschiedene Art rechnet, da sind die Coincidenzen unvermeidlich; rechnet man überdies mit analogen Angaben oder mit solchen, die von einander abhängen oder in einem gewissen Verhältniss zu einander stehen, so sind die erhaltenen Resultate fast jedesmal sich annähernd, ja oft ganz dieselben und die Coincidenz ist unausweichlich.

Bradley hat das Verhältniss zwischen den beiden Geschwindigkeiten zu Grunde gelegt; ist nun dieses Verhältniss wie 1 zu 10100 z. B., so verhält sich der Aberrationswinkel zur Erdstellung wie diese beiden Zahlen sich verhalten, oder, was dasselbe ist, wie die Tangente oder auch der Sinus des Winkels zum Halbmesser sich verhält.

Ist der Halbmesser der Erdbahn als Einheit genommen, so ist er in Bogen ausgedrückt = 57°29578 = 206264″8, theilt man diese letztere Zahl durch 20″44, so erhält man 10091·2 als Quotienten. Nun sagt Bradley, dass das Licht 10091·2mal schneller läuft als die Erde, denn dieses ist das Verhältniss zwischen der Aberrationsfigur und der Peripherie der Erdbahn.

Dieser Winkel oder halbe Aberrationsaxe von 20″44 soll nun nicht allein dem Sterne γ Draconis, sondern allen Sternen entsprechen, und es ist ersichtlich, dass Bradley durch diese Enunciation in den Fall gekommen ist, seine eigenen Beobachtungen nach seiner aufgestellten Theorie corrigiren, modificiren zu müssen.

Ist der Halbmesser der Erdbahn die Sonnendistanz, so wird sie, aus einer 10091·2mal grösseren Entfernung als jene der Sonne ist gesehen, sich unter einem Winkel von 20″44 zeigen; woraus dann folgt, dass ein Stern, der eine Ellipse beschreibt, deren grosse Axe = 40″88 ist, von der Erde 10091·2mal entfernter als die Sonne ist.

Römer sagt, das Sonnenlicht braucht 8′16″ = 496″ um auf die Erde zu gelangen. Die Sonnenferne ist der 6·2831854. Theil der geschlossenen Erdbahn, welche von der Erde während des tropischen Jahres von 31,556929″ durchlaufen wird, woraus folgt,

Digitized by Google

dass die Erde 5,022400″ verwendet um die Sonnendistanz durchzulaufen.

Die beiden Geschwindigkeiten verhalten sich somit wie 1 zu 10126. Dieses Verhältniss gibt eine halbe Aberrationsaxe von 20″37. Wir können demnach fragen, worin besteht denn nach der Bemerkung von Laplace das „besser kennen lernen der Lichtgeschwindigkeit durch Bradley's Aberration?“ Was wird aber aus den Theorien, Entdeckungen und Bestimmungen Römer's und Bradley's, wenn die Erdbahn nicht jene ist, welche das System Copernik's angibt?

Indessen rechnet man mit den auf diese Art gefundenen Zahlen darauf los. Nach den neuesten und ganz genauen Bestimmungen der Astronomen ist die *mittlere* Entfernung der Sonne 38,230496 Meilen; diese ist die mittlere Grösse der mittleren halben grossen Axe der Erdbahn, woraus dann die mittlere Geschwindigkeit der Erde in ihrer Bahn, von 7·68214 Meilen in der Secunde hervorgeht, und so die Geschwindigkeit des Lichtes nach Bradley (10091·2), auf 77434 Meilen in der Secunde bestimmt wird. Das Licht braucht somit, um von einer Aberrationsfigur auf die Erde zu gelangen, etwas mehr als zwei Monate.

Um den Linearraum zu haben, welchen das Licht während eines Jahres durchläuft, hat man die Peripherie der Erdbahn 10091·2mal zu nehmen, oder aber die Anzahl der Secunden im Jahre mit der Lichtgeschwindigheit zu multipliciren; in beiden Fällen erhält man in runder Zahl 2,446500 Millionen Meilen, welche dann ein Lichtjahr repräsentiren. Der nächste Stern ist wie man sagt, wenigstens 3 Lichtjahre von der Erde entfernt; demnach ist dieser nächste Stern von der Erde bei 7·3 Billionen Meilen, also bei 191000mal entfernter als die Sonne. Aus diesen Zahlen kann man nun herausfinden, dass die kleine Aberrationsfigur der Sterne beiläufig 20mal näher zu uns ist, als der allernächste Stern. Von dieser Distanz gesehen, würde der Erdbahnhalbmesser beiläufig eine Secunde betragen, welcher Winkel wahrscheinlich noch viel zu gross ist, um die Parallaxe eines Sternes vorzustellen, der der Erde am nächsten kommt. Der Sonnendurchmesser würde in dieser Entfernung ein Hundertstel der Bogensecunde haben, und fände man einen Stern, dessen Durchmesser eine Secunde nur ein klein wenig übertrifft, so würde dieser Weltkörper zwischen die Sonne und die Erde gelegt, beide Himmelskörper berühren.

Aus dem Umstande, dass die Sterne in einer so ausserordentlichen Ferne von der Erde sind, geht der eigentliche Begriff des Phänomens der Aberration hervor, welchen uns weder Bradley noch seine erklärenden Nachfolger mittheilen.

Alle Aberrationsfiguren, Winkel und grosse Axen etc. sind von derselben Grösse, woraus die unausweichliche Nothwendigkeit folgt, dass sie alle in derselben Entfernung von der Erde sind. Da nun in dieser Distanz, welche wie wir deutlich sehen, nur 10000mal grösser als jene der Sonne ist, sich gar kein Stern befinden kann, so wird es Jedermann klar, dass es sich nicht um die Sterne selbst handelt, sondern nur um ihr Licht. Alle Sterne müssen demnach — auf Bradley's Anordnung — ihr Licht auf diese Entfernung entsenden, damit dieses die nöthige Figur beschreibe. Ein Stern z. B., der von uns 2000 Lichtjahre entfernt ist, muss sein Licht in eine Erdnähe von zwei Lichtmonaten aussenden, um eine grosse Axe von 40″88 zu beschreiben.

Hiedurch klärt sich die Theorie bedeutend und erscheint wie ein schöner Maitag. Würden die Sterne in eigener Person ihre Figuren beschreiben, so würden diese verschiedener Grösse und meistens sehr klein sein, lassen sie aber ihr Licht walten, so ist alles in der schönsten Ordnung. Dass sie sich aber von ihrem Lichte nur scheinbar trennen, ist daraus zu entnehmen, dass sie selbst noch sichtbar bleiben, und zwar dort wo sie zu sein pflegen: es ist somit hier, mit der Abirrung zugleich, eine Verdoppelung des Lichtes verbunden.

Das Resultat der beiden combinirten Geschwindigkeiten scheint daher folgendes zu sein. Das Licht durchläuft 10000 Meilen, während die Erde nur eine Meile macht; kommt das Licht eines verirrten Sternes in gerader Linie in unser Auge, so wird es beiläufig zwei Monate benöthigen um es zu treffen; während dieser Zeit hat die Erde in ihrer Bahn beiläufig 38 Millionen Meilen durchgemacht, woraus folgt, dass nach Bradley's Theorie eigentlich die Erde 10000mal schneller läuft als das Licht, welches in derselben Zeit eine ganz kleine Figur beschreibt, deren Umfang 10000mal kleiner ist als der Umfang der Erdbahn.

[23.] Hält man sich an den einfachen Begriff, dass die Erdbewegung sich auf das Himmelsgewölbe projicirt, oder was dasselbe ist, dass ihre Bewegung von den Sternen angezeigt ist, so gelangt man — früher oder später — zur Erkenntniss, dass dies eine Thatsache ist.

Erinnern wir uns, dass die sphäroidische Erde mit ihren Polen, Aequator, Parallelkreise etc., so wie ihre beiden bekannten Bewegungen, auf die Himmelssphäre projicirt sind, und dass diese ihre Bewegungen, sowohl von den Sternen als auch von der Sonne angezeigt sind, so werden wir auch nicht vergessen, dass selbst jene wenigen Kenntnisse, welche man von der Erdbewegung hat, eben durch diese Projectionen erlangt und erhalten wurden.

Digitized by Google

Bradley konnte sich an diesen einfachen Begriff nicht halten, da seine Ideen durch die Parallaxe der Fixsterne — welche er gesucht hat und nicht fand — eine Störung erlitten haben, und somit er sich zu der Ansicht neigen musste, dass die scheinbaren jährlichen Bewegungen der Fixsterne keine Projectionen der Erdbewegung sind; da er aber dennoch genöthigt war zu erkennen, dass diese Sternenbewegungen in enger Verbindung mit der Bewegung der Erde in ihrer Bahn sind, und dass diese Erdbahn von den Sternen gleichsam nachgeahmt wird, so musste er auch zugeben, dass eine Projection da ist.

Um aus diesem Dilemma zu kommen, betrat er den Weg der Supposition, der Hypothese. Durch die Aufstellung des Satzes, dass „die Aberrationswinkel und Axen *aller* Sterne dieselben sind.“ hat er eigentlich das Licht vom leuchtenden Körper getrennt, demselben eine unabhängige Bewegung zugeschrieben, zugleich aber die Beobachtungen selbst gänzlich beseitigt.

Bradley hat, wie wir dies sehen werden, weder die Aberration noch die Nutation entdeckt, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil man das, was nicht ist, auch nicht entdecken kann: er hat die zwei sogenannten Phänomene sich eingebildet. Wir sagen aber, und dies wird sich herausstellen, dass Bradley viel mehr und viel wichtigeres gefunden, als er gesucht, als er zu entdecken geglaubt hat; dass er aber die Bedeutung des von ihm wirklich entdeckten Phänomens, der scheinbaren jährlichen Bewegung der Sterne, nicht aufzufassen vermochte und durch eine Art gelehrter Ungeduld getrieben, sich gegen seine eigenen Grundsätze verleiten liess, alsogleich sich an die Aufstellung einer Theorie zu machen.

Arago sagt (IV. p. 412.) „Picard ist, glaube ich, der Erste „der erkannt hat, dass ein Stern, der Polarstern, bemerkbare Ver„setzungen erleidet, deren Periode ein Jahr ist und welche nicht „der jährlichen Parallaxe zugeschrieben werden können: es ist aber „Bradley der das Verdienst hatte zu constatiren, dass alle Sterne „ähnlichen Bewegungen unterworfen sind, ihm kommt auch die „unendliche Ehre zu, deren Gesetze angewiesen und ihre physischen „Ursachen gefunden zu haben.“

Wir sagen, Bradley hat eine Reihe von Beobachtungen eröffnet, die mehr und mehr ausgedehnt und durch die allergenauesten Beobachtungen der Astronomen vervollkommnet, zu Resultaten geführt haben, welche die Bewegung nicht allein der Erde, sondern auch jene der Sonne anzeigen. Die Präcision dieser Beobachtungen erlaubt die Analogie der Projectionen zu erkennen, und führt durch ein ernstes Studium auf die nähere Kenntniss der Figur der Erdbahn sowohl, als auch zur annähernden Kenntniss der Richtung, in welcher sich die Sonne bewegt. Diese ist die

Digitized by Google

hohe Bedeutung der Beobachtungen Bradley's und sie übertrifft an Wichtigkeit alle bisher gemachten astronomischen Untersuchungen.

Nachdem wir die Theorie der Aberration betrachtet haben, können wir zu den Beobachtungen selbst übergehen, welche dieselbe veranlasst haben.

[24.] Nach den Resultaten, welche Bradley durch die Beobachtung der Zenithsterne erlangt hat, musste man das Phänomen der jährlichen Bewegung auf alle übrigen Sterne gleichartig übertragen, und die Figuren, welche sie beschreiben, ihren Positionen anpassen. Es ist natürlich, dass die unausweichliche Ecliptik mit ihren Polen in die Scene gesetzt werden müsse. Es ist somit angenommen, und von den Astronomen in den Büchern als eine positive Wahrheit gegeben, dass:

„Alle Sterne jährliche Versetzungen erleiden, welche mit der „Erdstellung in ihrer Bahn verbunden sind, so wie mit der rela„tiven Stellung der Gestirne zur Ebene der Ecliptik. Diese Ver„setzungen sind nach sehr merkwürdigen mathematischen Gesetzen „an einander gekettet. Ein Stern, der sich in dem Pole der Eclip„tik befindet, scheint jährlich, das heisst genau während der Dauer „der Erdrevolution um die Sonne, einen Kreisumfang zu beschrei„ben, dessen Halbmesser 20″44 ist.“

„Setzt man voraus, dass die Ecliptik und der ihr entsprechen„de kleine Kreis in 360⁰ getheilt sind, so ist der Stern immer 90⁰ „von der Erdstellung entfernt. Ist die Erde im Nullpuncte ihrer „Bahn, so ist der Stern 90⁰ in seinem Kreise, je nach der Rich„tung seiner Ortsversetzung; kommt die Erde in die 90⁰ der Ec„liptik, so ist der Stern in dem 180. Grade seiner kleinen jährli„chen Bahn, und so weiter.“

„Betrachten wir nun einen Stern, der nicht mehr im Pole, „sondern in der Ebene der Ecliptik selbst sich befindet; dieser „wird in einer geraden Linie zu oscilliren scheinen, welche in der„selben Ebene situirt und deren Länge 40″88 ist.“

„In den zwei, durch sechs Monate von einander getrennten „Epochen, während welcher die Erde sich zu bewegen scheint, sei „es nun um sich dem Stern zu nähern, oder sich von ihm zu ent„fernen, nimmt der Stern die Mitte der Linie ein, deren scheinbare „Länge 40″88 ist.“

„Die grössten Ausflüge von 20″44 rechts oder links von „diesem Punct der Mitte entsprechen den Momenten, in welchen „die Erde in ihrer Circularbewegung um die Sonne an die beiden „Extremitäten des Erdbahndurchmessers gelangt ist und welcher „verlängert durch den Stern ginge.“

Digitized by Google

„Betrachten wir endlich die Sterne, welche zwischen der „Ecliptik und ihrem Pole sich befinden. Jeder von ihnen wird eine „um so mehr abgeplattete Ellipse beschreiben, als er der Ecliptik-„ebene näher steht und um so mehr einem Kreise näher kommt, „als der Stern sich dem Pole dieser nämlichen Ecliptik nähert. „Der grösste Durchmesser aller dieser Curven wird unveränderlich „40″88 sein.“

„Aus dem Umstande, dass die Sterne verschiedene Curven „beschreiben, deren grosse Axen verschieden orientirt sind, folgt „geometrisch, dass ihre bezüglichen Winkelentfernungen beständig „wechseln, während einer Periode von 365·25 Tagen, und nachdem „ein Jahr abgelaufen ist, Alles in den ursprünglichen Stand zu-„rückkehrt.“ (Arago IV. p. 402, 404.)

Der aufmerksame Leser wird deutlich wahrnehmen, dass aus dieser Darstellung in der That die Projection der Erdbahn hervorgeht, wie diese nach dem angenommenen System, also imaginär, sich durch die Sternenbewegungen erzeugt. Die Beobachtungen aber liefern den evidenten Beweis, dass alles das, was wir hier über Kreise, Linien und Ellipsen citirt haben, grundfalsch ist, und dass diese hier aufgezählten Erscheinungen gar nicht existiren.

[25.] Vor Allem müssen wir uns erinnern, dass die Stellung der Sterne überhaupt durch die beiden Coordinaten, der Rectascension und der Declination, bestimmt wird, dass daher an den Sternen keine andern Elemente der Bewegung, keine andern Veränderungen in ihrer Stellung — als diese beiden — beobachtet werden können. Hier, wo es sich um die Projection der Bewegung auf die Oberfläche oder scheinbare Ebene der Himmelssphäre handelt, sind nur die zwei gleichzeitigen Bewegungen in Rectascension und Declination beobachtbar, die Richtungen dieser zwei Bewegungen aber sind auf einander senkrecht.

Es frägt sich nun, auf welches dieser beiden Elemente (Coordinaten) die Aberrationsaxe sich bezieht? Wir haben erwähnt, dass der Stern γ Draconis an Rectascension eine jährliche Variation von beiläufig 60″ und in Declination 40″ zeigt: will man nun die von diesem Stern beschriebene Curve aus diesen beiden Elementen ableiten, so hat man eine Ellipse, deren beide Axen sich wie 3 zu 2 verhalten, und die grosse Axe dieser Ellipse des Sternes γ Draconis ist durch die Aenderung seiner geraden Aufsteigung gegeben.

So wie Römer aus der Verfrühung des ersten Satelliten Jupiters gar nichts geschlossen, sondern seine Entdeckung aus dessen Verspätung herausgebracht hat, eben so hat Bradley aus der Aenderung der Rectascension gar nichts gefolgert, sondern, sich an die Declination haltend, deren Variation zur grossen Axe der Aber-

Digitized by Google

rationscurve proclamirt. Warum aber hat Bradley dies gethan? Weil der Lichtgeschwindigkeit Römer's, das heisst dem Verhältniss zwischen den beiden Geschwindigkeiten — des Lichtes und der Erde — der Winkel von 40″, nicht aber der Winkel von 60″ nahe kommt. Hierin liegt die Verkettung der Umstände. Wenn aber die gleichen grossen Axen aller Sterne durch die Veränderung ihrer Declination gegeben sind, so folgt alsogleich, 1. dass alle Sterne dieselbe Aenderung der Declinationen während des Jahres erleiden, und 2. dass diese Declination oder Axen nicht in die Ebene der Ecliptik fallen können, denn sie sind auf die Aequatorsebene nothwendigerweise senkrecht, also im äussersten Falle 66° gegen die Ebene der Ecliptik geneigt.

In dem eingebildeten Pole der eingebildeten Ecliptik kann sich kein Stern regungslos befinden; die Sterne sind in Parallelkreisen situirt, die auf der sogenannten Weltaxe senkrecht sind. Diesen eingebildeten Pol der Ecliptik passiren somit 366mal im Jahre alle jene Sterne, die sich in der Parallele befinden, deren Polarabstand 23° 27′ ist. Diese Sterne können somit der Ecliptik zu Liebe nicht stehen bleiben, um um ihren Pol herum einen Kreis zu beschreiben.

Sieht man sich unter jenen Sternen um, deren Declination 66° 33′ oder doch nahezu diese ist, so findet man z. B. für

α Ursae majoris	Declin. = + 62° 28′ 20″5	Rectasc.-Axe	60″91	Declin.-Axe	44″5
α Crucis	„ = − 62° 20′ 45″1	„	45″83	„	43″3
α Cephei	„ = + 62° 0′ 9″9	„	90″27	„	45″5
α Triangulis austr.	„ = − 68° 46′ 11″8	„	135″09	„	32″8
β Cephei	„ = + 69° 58′ 26″2	„	120″08	„	48″7

Welcher dieser Sterne beschreibt nun einen Kreis, der dem grossen Kreise der Ecliptik entspricht? Die beiden letzten Sterne nähern sich nicht einmal dem Kreise, sondern der Ellipse und das Verhältniss der beiden Axen für α Triangulis austr. ist wie 1 zu 4·2.

Der Aberrationskreis setzt voraus, dass die Variationen in Rectascension und Declination sich gleich seien; ein solcher Stern *kann* sich unter den zahllosen vorfinden, gewiss aber sitzt er nicht im Pole der Ecliptik.

So wenig sich am Pole „dieser nämlichen Ecliptik" ein Stern befindet, eben so wenig befinden sich Sterne in ihrer Ebene; hier ist das Ding eigentlich noch viel ärger. Die obligate Ecliptik schneidet alle Parallelen durch, die sich auf beiden Seiten des Aequators bis 23° 27′ erstrecken; es passiren demnach die fixe Ebene der unvermeidlichen Ecliptik alle jene Sterne, deren Declination von Null an bis ± 23° 27′ ist. Es ist somit klar, dass

Digitized by Google

keiner unter ihnen eine gerade Linie beschreiben kann, welche in die Ecliptikebene fällt. Die gerade Linie setzt voraus, dass die Sterne, welche sie beschreiben sollen, ihre Rectascension während des Jahres nicht ändern; dies ist aber eine kühne Voraussetzung, denn ein solcher Stern ist bis heute noch nicht entdeckt worden.

Betrachten wir ein paar Sterne, deren Position in die beiden Grenzen der Ecliptik fällt, und auch ein paar, welche in den Aequator fallen.

Die südliche Declination des 15 Argus ist $23^0\ 55'\ 9''4$, seine grosse Axe an Rectascension ist $60''1$ und jene der Declination $— 24''1$, die Periode dieser letzteren Veränderung fällt zwischen den 1. April und den 28. September.

η Tauris: Declination $= + 23^0\ 41'\ 6''3$; Rectascensionsaxe $71''4$, Declinationsaxe $= 15''0$; Periode zwischen 21. Mai und 27. December.

η Virginis: Declination $= + 0^0\ 4'\ 56''2$; Rectascensionsaxe $= 30''32$, Declinationsaxe $= + 7''6$; Periode zwischen 11. April und 8. September.

Endlich υ Leonis: Declination $= — 0^0\ 4'\ 50''0$, Rectascensionsaxe $= 18''40$; Declinationsaxe $= — 7''5$; Periode 1. April — 8. September.

Wir sehen, dass die grosse Aberrationsaxe dieser zwei letzteren Sterne ziemlich weit von $40''88$ ist.

Betrachten wir noch δ Orionis mit seiner Declination $— 0^0\ 24'\ 16''5$, seine grosse Rectascensionsaxe ist $64''8$, und jene seiner Declination $— 17''2$; Periode 1. April — 18. September.

Die beiden Axen dieser Ellipse sind nahe wie 4 zu 1, somit ist die gerade Linie noch ziemlich weit und die Rectascension zeigt sich überall.

Die Betrachtung jener Sterne, deren Declination in den Grenzen von $\pm\ 23^0\ 27'$ fällt, erlassen wir uns gegenwärtig, wir werden später eine grössere Revue halten.

Was nun zwischen dem Pol der Ecliptik und ihrer Ebene vorgeht, und in welchem Zusammenhange die Variationen der Sternstellungen mit der Theorie der Aberration sind, kann sich der Leser nach dem bereits Bemerkten vorstellen, eine minutiöse Darstellung der Sachlage würde ihn nur ermüden, ohne ihm mehr Ueberzeugung zu verschaffen.

Die Beobachtungen liefern somit den Beweis, dass:

1. die Sterne jene Figuren, welche die mathematischen Gesetze zwischen dem Pol und der Ebene der Ecliptik erfordern, nicht beschreiben;

2. dass eine gleich grosse Axe aller Sterne, so wie diese aus der Declinationsänderung des γ Draconis abgeleitet ist, nicht

Digitized by Google

existirt, und dass man nicht zwei Sterne aufzuweisen vermag, deren jährliche Variationen ganz dieselben sind;

3. dass Rectascension und Declination sich zugleich ändern, und kein Fall bekannt ist, dass die eine oder die andere = 0 wäre, das heisst, dass während des Jahres die eine oder die andere sich nicht ändern würde;

4. dass mit dem Ende des Jahres nicht „Alles in den ursprünglichen Zustand zurückkehrt," sondern die Variationen sich fortsetzen und mit dem Schlusse des Jahres weder die Rectascension noch die Declination dieselbe ist, welche sie im Anfang des Jahres war.

Die Idee, dass die Sterne scheinbar jährlich eine geschlossene Curve beschreiben, folgt aus jener, welche man sich von der Erdbahn gemacht hat; diese ist für die Geometer und Astronomen eine in sich rückkehrende Curve und befindet sich beständig in demselben Raume. Diese Idee erhält nun ihre Correction durch die ununterbrochene Weiterbewegung der Sterne, ob nun diese Bewegung scheinbar oder reell ist.

Es stellt sich hiemit verständlich heraus, dass der erste Theil der Aberrationstheorie nicht auf Thatsachen, ja nicht einmal auf den Beobachtungen ihres Schöpfers beruht und daher dem Reiche der Einbildung angehört. Es bleibt uns noch übrig, den zweiten Theil der Theorie zu betrachten.

[26.] Dass das Licht der Sterne stets um drei Monate oder um 90° im Rückstande ist, hat Bradley aus jenen Zeiten des Jahres geschlossen, in welchen die Declination des γ Draconis von einem Zeichen auf das andere, z. B. von Plus auf Minus oder umgekehrt, übergeht. Das Minimum seiner Declination ist im Frühjahr, das Maximum im Herbst. Dieser Stern hält heute noch — nach 140 Jahren der Beobachtungen Bradley's — diese Zeiten ein; die anderen Sterne haben ihre eigenen Perioden, und die Zeiten der Variationen in Rectascension stimmen mit jenen der Declination selten überein. So z. B. fängt die Rectascension des γ Draconis an mit dem Beginn des Jahres abzunehmen und setzt diese Abnahme bis Ende Juni fort; von da an nimmt sie bis zum Ende des Jahres beständig zu. Wenn nun Bradley der Rectascension seine Aufmerksamkeit schenkt, so kann er aus diesem Phänomen eine Differenz von 6 Monaten oder einen Abstand von 180° ableiten, oder er kann nach Belieben sagen, dass der Stern mit der Erde sich gleichartig bewegt und nicht im Rückstand ist.

Die Uebergänge der Declination des γ Draconis können wir mit jenen der Sonnendeclination um so mehr vergleichen, als ja die ersteren die Projection der letzteren sind, so wie die Sonnendeclination die Projection der Erdbewegung ist; hiedurch über-

Digitized by Google

tragen wir die wirkliche Bewegung der Erde auf die scheinbare Sonnenbewegung, welche ihrerseits von γ Draconis abgespiegelt ist.

Die Periode der Sonnendeclination, der Uebergang von $-23^{0}27'$ auf $+23^{0}27'$, also der ganze Weg von $46^{0}54'$ liegt zwischen den beiden Endpuncten, Solstizien genannt; die Periode fällt demnach zwischen den Winter und den Sommer oder umgekehrt, je nachdem man mit plus oder minus zu zählen anfängt. Der Rückstand von 3 Monaten ist hiemit für die Declination des γ Draconis constatirt.

Es ist merkwürdig, dass die Nachbildung der Sonnendeclination durch die Declinationsänderungen der Sterne in allen ihren Details genau ist. Die grosse Präcision der Beobachtungen ist hier deutlich wahrnehmbar, denn die veränderliche Geschwindigkeit der Sonne in der Declination wird von den Sternen genau nachgeahmt, und wenn wir uns von den Vorurtheilen, welche über die ganz ausserordentliche Entfernung der Sterne und damit über die jährliche Parallaxe derselben herrschend sind, befreien, so müssen wir sagen, dass z. B. die jährliche Veränderung in der Declination des γ Draconis eine Projection der Sonnendeclination ist; hieraus aber könnte man folgern, dass die $46^{0}54'$ der Sonne, den $40''$ oder eigentlich den $39''9$ dieses Sternes entsprechen, woraus dann seine Erdferne als 4231·6 Sonnenfernen zugleich sich ergibt, eine Distanz welche im Vergleich zu jener, welche man sich vorstellt, sehr klein ist. Wollte man diese Ansicht a priori verwerfen und sich darauf stützen, dass nach der Aberrationstheorie alle Sterne in derselben Entfernung ihre scheinbaren Bewegungen vollbringen, so müsste man die Ansicht aufstellen, dass die Himmelssphäre, das uns sichtbare Firmament, auf welches die Bewegungen projicirt sind, diese Entfernung von 4231·6 Sonnenweiten hat, und zwar unabhängig von der Distanz der Sterne. Dies wäre nun die Begrenzung unserer Vision durch eine Hohlkugel, deren radius durch die erwähnte Zahl repräsentirt ist.

Die Declinationsperiode ist für die verschiedenen Sterne je nach ihrer Position verschieden. Hierin liegt der Beweis, dass Bradley nicht Geduld genug hatte, um eine Anzahl verschiedener Resultate zusammenzustellen, sie mit einander zu vergleichen. Hätte er sich z. B. nur unter jenen Sternen genauer umgesehen, welche nahe genug zu seinen Zenithsternen fallen, so hätte er α Cephei gefunden, dessen Declinationsperiode 21. April und 17. November fällt; die Periode der α Cassiopeae ist zwischen dem 21. Mai und 27. December; jene des α Persei endlich zwischen dem 10. Juli und 27. December. Aus diesen Annäherungen hätte Bradley ersehen, dass es Sterne gibt, die in ihrer scheinbaren Curve genau mit der Erde sich fortbewegen, und dass z. B. die Bewe-

gung des α Persei fast genau mit der Declinationsperiode der Sonne stimmt. Aus diesem Umstande aber folgt, dass man nicht sagen kann, die Sterne seien im Rückstande und dass sie alle 90° in ihren Bahnen abgelenkt sind, man kann aber daraus schliessen, dass das Licht sich nicht — abirrt. So fällt nun auch der zweite Theil der Theorie Bradley's und es stellt sich klar heraus, dass sie nicht aus den Beobachtungen hervorgeht, sondern aus der Imagination.

[27.] Bradley hat die Bestimmung Römer's blindlings angenommen und sie als eine anerkannte Thatsache betrachtet: da er einestheils nicht gewusst hat, was er aus und mit seiner Beobachtung machen soll, andererseits Römer's Entdeckung utilisiren wollte, errichtete er ein Gebäude aus Hypothesen, welches unausweichlich einstürzen musste. Betrachten wir den Zustand der theoretischen Astronomie, welche zu seiner Zeit eben so war, wie sie heute noch ist; die Bewegung der Sonne noch nicht anerkannt, die Sternenbeobachtungen in ihrem Entstehen etc., so haben wir nicht darüber zu staunen, dass Bradley seine Theorie der Aberration aufstellte, wir können aber mit einigem Rechte darüber erstaunen, dass die heutigen Astronomen — im Besitze einer Masse der herrlichsten Beobachtungen und im Bewusstsein der Sonnenbewegung, sich noch immer an seine Theorie anklammern und sogar dorthin verpflanzen, wo Bradley die Aberration sicherlich nicht gesucht hat.

Man findet z. B. in den astronomischen Jahrbüchern eine Columne mit der Aufschrift „Aberration der Sonne" in welcher diese mit 20″ angegeben ist, zu welchen gewissenhaft von 10 zu 10 Tagen Bruchtheile der Secunden hinzugefügt oder weggenommen werden, damit die Sonnenaberration das Jahr hindurch zwischen — 19″91 und — 20″60 oscillire. Man kann wohl fragen was diese für eine Aberrationsgattung ist, von jener Sonne gezeugt, um deren fixen Mittelpunct die Erde kreiset? Ist die Sonne ebenfalls um 3 Monate im Rückstand? Ist sie um 90° in ihrer Bahn zurück? Ist sie gleichfalls nie dort wo man sie sieht? Beschreibt sie jährlich einen Kreis, eine Ellipse, oder eine geschlossene gerade Linie? In den astronomischen Werken findet man über diesen wichtigen Gegenstand keine Aufklärung und nirgends wird es gesagt, auf welche Beobachtungen diese Sonnenaberration gegründet ist?

Indem die rechnende Astronomie die Hälfte der von Bradley angegebenen grossen Aberrationsaxe in steter Anwendung erhält, musste sie wohl dieses ausserordentliche Phänomen auch auf die Sonne übertragen, wahrscheinlich nach der folgenden Erklärung: „das Sonnenlicht besitzt seine bekannte Geschwindigkeit; unser

Digitized by Google

Auge bewegt sich mit der Geschwindigkeit der Erde; die Sonne befindet sich stets in der Ebene der Ecliptik, folglich muss sie jährlich eine gerade Linie beschreiben. deren Länge 40″88 ist; indem die Sonne beständig in dieser Linie oscillirt, so ist es klar, dass wir sie immer nur, entweder in den äussersten Puncten, oder in der Mitte der Linie sehen können etc.“

Dass alle Planeten, Satelliten und Cometen gleichfalls von der Aberration afficirt sind; alle ihre grossen Axen von 40″88 haben, und nie an ihrem wahren Orte gesehen werden können, ist wohl eine sehr natürliche Folge der — Theorie.

Aus den hier so deutlich obwaltenden Umständen wird der Leser wahrnehmen, dass „die Abirrung des Lichtes“ endlich sich als eine Frage zwischen unserem Auge und dem Lichte darstellt, und durch die Geschwindigkeit beider bedingt ist. Die Beobachtung der scheinbaren Sternbewegungen ist somit nur ein Prätext, sie sind auch sowohl von Bradley als von allen Astronomen gehörig beseitigt und die Theorie ist hingestellt, als würde sie sich ausschliesslich an eine optische Erscheinung halten, welche mit dem Phänomen der Bewegung selbst nichts gemein hat. Die Grösse der Abirrung hängt von dem Verhältniss beider Geschwindigkeiten ab; die Geschwindigkeit des Lichtes ist constant, jene unseres Auges ist durch die Erdbewegung repräsentirt. Wächst, oder nimmt diese ab, so wächst, und nimmt auch die Grösse der Abirrung ab. Würde die Erdbewegung doppelt so schnell, so würde die grosse Aberrationsaxe 81″76 sein; würde die Erde nur die Hälfte ihrer Geschwindigkeit haben, so würde die Axe nur 20″44 sein etc.

Von dieser Theorie kann man mit Recht sagen: „Viel Lärm um nichts.“

[28.] Kennt man aber einmal die Geschwindigkeit des Lichtes, so muss man auch zur Kenntniss einer Menge schöner Dinge gelangen, welche ohne Römer's Entdeckung dem menschlichen Geiste ewig verborgen geblieben wäre. Dass der erste Satellit Jupiters sich immer um 16′32″ verspätet, ob er in der Nähe oder in der Ferne betrachtet wird, ist wohl an sich klar, denn weder die Umlaufszeit des Satelliten, noch die Grösse Jupiters und seines Schattenkegels verändern sich mit der Entfernung, und man hat überhaupt noch nicht das Gesetz aufgestellt, dass sich „die Zeit verhält, wie die Entfernung.“

Die Differenz zwischen der grössten und kleinsten Distanz Jupiters von einem Planeten, der sich zwischen ihm und der Sonne befindet, ist — nach dem „einzig möglichen System“ — der Bahndurchmesser dieses Planeten; für jene Planeten, die über Jupiter

Digitized by Google

hinaus sind, ist diese Differenz der Durchmesser der Jupitersbahn selbst.

Wenn nun auf jedem Planeten ein Astronom den ersten Satelliten beobachtet, und aus seiner Verspätung mit Römer schliesst, so folgt daraus, dass das Licht der Sonne von Mercur an bis inclusive zu Jupiter 8′ 16″ braucht, um das Auge jedes Beobachters zu treffen, das heisst, so viele Geschwindigkeiten hat, als Beobachter sich zwischen der Sonne und Jupiter aufstellen. Aus diesem Umstande folgt nun ein Lichtgesetz, welches lautet:

„Die Lichtgeschwindigkeit wächst wie der Raum.“ Ueber Jupiter hinaus ist aber dieses Gesetz nicht mehr giltig, denn hier — auf Jupiter — angelangt, verändert sich seine Geschwindigkeit nicht mehr, sie bleibt constant, und man erhält folgendes Gesetz, welches von Jupiter angefangen für das ganze Universum giltig ist; „die Lichtgeschwindigkeit ist im directen Verhältniss mit der Zeit und der Entfernung.“

Diese Eigenschaft des Lichtes bis Jupiter zu acceleriren und von da aus gleichförmig zu bleiben, hätte auch Römer entdecken können, wenn er eine kleine Rundreise um das Sonnensystem gemacht hätte. Würde aber Römer den ersten Satelliten von seinem Planeten, von Jupiter aus oder aber vom Mittelpunct der Sonne beobachtet haben, so hätte er die Geschwindigkeit des Lichtes nicht entdeckt, folglich auch nicht determinirt. In diesem Falle hätte Bradley, statt der Aberration, ein anderes Phänomen entdecken müssen.

Ueber das zweite Phänomen, welches Bradley nicht gesucht, dennoch aber entdeckt hat, stellte er keine vollständige Theorie auf, er begnügte sich dasselbe „Nutation“ oder „Schwankung der Erdaxe“ zu taufen, und überliess dessen Demonstration seinen Nachfolgern. Wir werden es an seinem Orte sehen, dass Bradley auch dieses sein Phänomen aus der fortgesetzten Beobachtung desselben Sternes ableitete. Er sah nämlich, dass das Licht sich nicht so weit verirren kann, als dies γ Draconis haben will, und er zog vor die Nutation von den Mondesknoten abhängig zu machen. Das Fatum wollte, dass dieses zweite Bradley'sche Phänomen der Attraction anheim falle, von ihr erzeugt werde.

Entweder ist die Geschwindigkeit des Lichtes unendlich, oder sie ist Null: in beiden Fällen ist sie von der Zeit unabhängig. Dem Denker muss es klar werden, dass das Licht mit der Zeit nichts gemein hat, und dass, wenn man es mit dieser in ein numerisches Verhältniss setzen will, man in das Absurde fällt. Es ist auch ersichtlich, dass die emsigen Sucher der Lichtgeschwindigkeit nicht ausweichen können, in die Categorie jener zu fallen, die der Quadratur des Cirkels nachjagen.

Digitized by Google

NOTE.

Um dem Leser das Rechnen zu ersparen, geben wir hier eine kleine Tafel, aus welcher die wahrhafte Geschwindigkeit des Lichtes nach Römer's Bestimmung und dem Systeme von Copernik gemäss so hervorgeht wie sie sich auf den verschiedenen Planeten effectiv vorfindet.

Die erste Columne E zeigt die Entfernung des Planeten von der Sonne, deren Einheit mit 38¼ Millionen Meilen angenommen ist. Indem die Planeten in verschiedene Entfernungen von der Sonne kommen, so ist hier — wie überall — ihre mittlere Entfernung verstanden, woraus ihre wahre Distanz leicht zu errathen ist. Diese Entfernungen sind nach dem „einzig möglichen System" zugleich die Halbmesser der Planetenbahnen, woraus folgt, dass diese Bahnen ebenfalls in verschiedene Grössen kommen, daher man auch die „mittlere" Bahn zu verstehen hat, woraus die wirkliche leicht zu bestimmen ist.

Die zweite Columne der Tafel G enthält die Geschwindigkeit des Lichtes wie sie für den betreffenden Planeten eingerichtet ist; so gross die Zahlen sind, so viele Meilen lauft das Licht in einer Zeitsecunde durch. Nachdem Römer die für uns irdische Wesen bestimmte Lichtgeschwindigkeit aus dem scheinbaren, mittleren Erdbahndurchmesser bestimmt hat, so sind auch diese Zahlen auf ähnliche Weise hervorgebracht worden, woraus ersichtlich wird, dass diese Geschwindigkeiten des Lichtes gleichfalls mittlere Geschwindigkeiten sind, aus welchen man die wahren leicht errathen kann.

Die dritte Columne sagt unter A, in welcher Zeit das Sonnenlicht auf den betreffenden Planeten ankommt. Die Angabe Römer's mit der runden Zahl von 8′16″ für die Erde scheint jener mathematischen Genauigkeit zu entbehren, welche Zehntel, Hundertel und Tausendtel der Secunde erfordert. In der That bemerkt man, dass z. B. von Jupiter angefangen das Licht in der Zeit von einer in tausend Theile zerstückelten Secunde schon mehr als 400 Meilen durchlauft, so können aus der Vernachlässigung der Bruchtheile bedenkliche Folgen erwachsen. Hätte man die Geschwindigkeit des Lichtes vom Saturn, vom Uran oder vom Neptun aus nicht so genau beobachtet, so würde man noch immer der irrigen Meinung sein, dass das Licht mehr als 4 Stunden verwendet um von der Sonne auf Neptun anzukommen.

Die letzte Columne V der Tafel enthält die Zahlen, welche anzeigen wie vielmal schneller das Licht lauft als der betreffende Planet. Aus diesen Zahlen kann man die grossen Aberrationsaxen Bradley's genau herausrechnen, denn man sieht alsogleich, dass, je kleiner die Bahn eines Planeten desto grösser ist ihre Projection auf der Himmelssphäre; dass z. B. Neptun einen 77mal kleineren Kreis auf das Firmament projicirt als Mercur, dessen Bahn um so vielmal kleiner ist. Hieraus folgt das allgemeine

Universal-Aberrationsgesetz, dass die grossen Aberrationsaxen sich umgekehrt wie die Bahngrössen verhalten, oder was dasselbe ist, das Licht verirrt sich um so mehr je schneller der Planet lauft.

Planet	E	G	A	V
Mercur . . .	0·3871	29840	8′ 16″	2440
Venus	0·7233	55770	8′ 16″	6220
Erde	1·0000	77100	8′ 16″	10100
Mars . . .	1·5237	117480	8′ 16″	19040
Flora	2·2017	169750	8′ 16″	33080
Maximiliana .	3·4198	263670	8′ 16″	64000
Jupiter . . .	5·2028	401140	8′ 16″	122900
Saturn . . .	9·5388	401140	14′ 48″	162800
Uran	19·1827	401140	30′ 29″	230800
Neptun . . .	30·0400	401140	47′ 44″	300000

DAS LICHT ALS EIN PRODUCT.

[29.] Die grossartigste Manifestation der Natur ist wohl das Licht. Ohne dieses würde vor uns das Weltall verborgen bleiben, das Sein oder Nichtsein gleiche Bedeutung haben. Diese wunderbare Naturkraft oder Element ist, so wie die Natur selbst etwas Unbegreifliches. Ihre verschiedenen Eigenschaften, die Unendlichkeit ihrer Modificationen und ihrer Phänomene, ihre Unerschöpflichkeit, immer neue Productionen, immer andere Gestaltungen und Wirkungen hervorzubringen etc., zeigt deutlich, dass auch *ihr* Studium auf die Beobachtung ihrer Erscheinungen beschränkt ist. Will der Mensch weiter gehen, sucht er in das innere Wesen dieses Elementes einzudringen, so müht sein Geist sich nur ab, um zur Erkenntniss seiner Ohnmacht zu gelangen. Alles das, was aus dem anhaltenden Studium und Beobachtung resultirt, ist ein verschwindendes Bruchstück des unabsehbaren Ganzen.

Das Studium des Lichtes ist eben durch seinen Zusammenhang mit allen Naturerscheinungen erschwert und es ist nicht möglich dasselbe isolirt, getrennt, für sich allein zu betrachten, es verbleibt in der innigsten Verbindung, sowohl mit den übrigen Naturkräften als auch mit der Materie selbst.

Der Organismus unseres Sehvermögens behauptet seine Herrschaft über unsere Vernunftschlüsse, er gibt die Richtung selbst dem Gedanken: demnach urtheilen wir nach dem Eindrucke,

Digitized by Google

welchen die Phänomene auf diesen Organismus ausüben. Es scheint in der That als würde das Licht keinen anderen unserer Sinne afficiren, und dass wir auf das Zeugniss unserer Vision allein beschränkt sind.

Der innige Verband, in welchem das Licht mit der Wärme und mit der Electricität offenbar sich befindet, dehnt sein Studium gleichsam in das Unendliche aus; gibt es über diese noch andere Elemente, welche wir Kräfte nennen und die mit ihm in Verbindung sind, deren Dasein wir nicht entdecken können, so ist es begreiflich, dass unser Wissen über das Licht in sehr enge Grenzen geschlossen bleibt. Wir haben bereits bemerkt, dass die Natur als Ganzes keine Verschiedenheit der Kräfte kennt, dass aber des schwachen Menschen Geist die Einheit des unendlichen Alls nicht fassen kann, dass er gleichsam angewiesen ist, die Manifestationen der Natur, ihre Phänomene als einzelne Gegenstände seiner Studien von einander getrennt und im Einklange mit seinen intellectuellen Fähigkeiten zu betrachten.

Indem das Licht an die Materie gefesselt ist und seine Modificationen von dem Zustande der Materie abhängen, so erhält das Studium hiedurch eine noch weitere Ausdehnung. Endlich können wir die Lichtphänomene nicht anders betrachten als inmitten der uns umhüllenden Atmosphäre; da nun diese Materie das Licht ändert oder modificirt, so können wir nicht wissen, welcher sein reiner, ursprünglicher Zustand ist?

Aber trotz der Hindernisse und Schwierigkeiten, welch eine ungehäure Kluft liegt zwischen dem Studium des Lichtes und jenem über die Attraction?

Die Phänomene des Lichtes sind sichtbar, folglich beobachtbar, sie erzeugen sich in unserer Gegenwart, ja, nicht nur bewachen wir die Action des Lichtes, sondern wir lassen es selbst wirken, wir lassen durch dasselbe Phänomene nach unserem Willen hervorbringen, wir arbeiten mit und richten es sogar gegen jene Substanzen, auf welche wir es einwirken lassen wollen. Alles dieses ist in Bezug auf die Attraction unmöglich: diese entschlüpft unseren Sinnen und ihre Wirkungen können wir nicht beobachten, wir müssen sie errathen. Wir können demnach ohne Uebertreibung sagen, dass das Studium des Lichtes möglich, jenes der Anziehung aber so gut wie unmöglich ist.

[30.] Unsere Ansichten über das Licht haben wir aus den Beobachtungen seiner Phänomene formulirt und bereits anderen Ortes ausgesprochen *). Wir wollen dieselben hier in Kürze wiederholen.

---

*) Considérations sur les comètes. Paris 1862.

Digitized by Google

Das Licht ist nicht etwas Daseiendes, es ist kein selbstständiges Element, keine unabhängige Naturkraft, sondern es ist etwas Hervorgebrachtes, etwas Erzeugtes; es ist keine Ursache, es ist die Wirkung einer Ursache. Alles uns auf der Erde bekannte Licht, sei es von uns selbst ins Dasein gerufen, erscheine es selbst an den Körpern oder entströme es aus dem Innern der Erde etc., ist im strengen Sinne genommen Folge der Combustion, es ist ein Verbrennungsprocess da, ein bestimmter Wärmegrad, der dessen Existenz determinirt. Die Lichtentwicklung ist somit das Werk einer lichterzeugenden Kraft, welche eine Lichtkraft oder Leuchtkraft genannt werden kann.

Wie jenes Licht sich erzeugt, welches wir an den Himmelskörpern sehen und dessen Effect gleichsam beobachtbar ist, können wir nicht wissen, wir können aber den Begriff aufstellen, dass das Licht *Eines*, dass es überall, wenn auch vergleichsweise nicht gleich, doch aber seiner Natur nach dasselbe ist.

Ist das Licht erzeugt, so entströmt aus ihm jene Kraft, welche wieder Licht erzeugt, wenn sie mit einer lichtfähigen Materie in Berührung kommt. So lange nun die Ursache — der Lichterzeugung — wirkt, so lange dauert das Licht und entwickelt stets die leuchtende Kraft. Mit dem Aufhören des Lichtes hört die Action seiner Kraft auf.

Alles Licht ist für uns eine Flamme, welche die Gegenstände beleuchtet. Beleuchtung ist somit Lichterzeugung auf dem beleuchteten Körper; die lichterzeugende Kraft fällt auf die Materie und wird von dieser als Licht reflectirt.

Wenn wir nun — ohne nähere Motive — sagen, dass z. B. die optischen Versuche nicht mit dem Lichte selbst, sondern mit der dasselbe erzeugenden Kraft gemacht werden, dass der Experimentator das Licht während seiner Versuche durch diese Kraft selbst erzeugen lässt, und zwar in den seinen Experimenten entsprechenden Modificationen, so wird man uns theils nicht verstehen, theils nicht verstehen wollen, indem unsere Gewohnheit, die Dinge zu sehen und zu beurtheilen, die Ueberhand behält: ja man könnte uns entgegnen, dass die Unterscheidung zwischen dem Lichte und zwischen einer dasselbe erzeugenden Kraft eine Subtilität ist, welche in der Wesenheit die beobachteten Lichtphänomene nicht berührt.

Es ist nicht die Aufgabe der Wissenschaft, den Sprachgebrauch zu ändern, da aber unsere Begriffe sich in Worte zu kleiden haben, so müssen diese den wahren Sinn derselben so gut wie möglich ausdrücken. Wenn wir fortfahren zu sagen, „das Licht verbreitet sich und theilt sich mit," „das Licht beleuchtet und pflanzt sich fort," „die Sonne entsendet ihr Licht und dessen

Digitized by Google

Strahlen“ etc., so wie man von der täglichen und jährlichen Bewegung, vom Auf- und Untergang der Sonne und der übrigen Gestirne spricht, so ist dies nur ein Beweis, dass wir so urtheilen und uns ausdrücken wie die Phänomene sich uns zeigen, nicht aber wie sie sind.

Wir müssen uns erinnern, dass die Naturerscheinungen dieselben bleiben, welche Ideen, Ansichten, Theorien etc. immer wir uns von ihnen machen oder über sie aufstellen; wenn wir nun die Idee einer lichterzeugenden Kraft aufstellen, so ist es nicht unsere Absicht, die gegenwärtige Art der Anschauung oder Betrachtungsweise abzuändern, sondern durch die nähere Beobachtung — welche eine Abstraction von den ersten Eindrücken bedingt — zur Erkenntniss von Thatsachen zu gelangen. Wir bleiben überdies bei den einfachsten Erscheinungen des Lichtes sowohl als bei den Elementarbegriffen, und wir werden sehen, ob durch die Erkenntniss einfacher Thatsachen — zu welcher zu gelangen nicht schwer ist — die Wissenschaft selbst nicht an Klarheit gewinnt?

[31.] Stellen wir die Frage auf: „Ist das Licht sichtbar oder nicht?“ so wird wohl die einstimmige Antwort sein, dass es nicht allein sichtbar ist, sondern auch die Gegenstände sichtbar macht. Wohlan, die Sichtbarkeit muss dieselbe bleiben, ob nun das Licht sich bewegt oder nicht. Das Licht bleibt an der Materie haften, es trennt sich von dieser nicht. Diese Thatsache zeigt aber, dass das Licht keine eigene Bewegung hat, und wenn wir es in Bewegung *sehen*, so ist es eigentlich die Materie, der Körper als Lichtträger, der sich bewegt. Das heisst, das Licht wird sowohl von dem leuchtenden als vom beleuchteten Körper in seiner Bewegung mitgeführt. Eine Ausnahme scheint der der Materie entlockte electrische Funke zu machen, der momentan sich sichtbar bewegt.

Stellen wir uns das Licht durch die Flamme repräsentirt vor, so bleibt diese an der Materie und an dem Orte ihrer Erzeugung, ohne sich weiter zu bewegen, aber sie beleuchtet. Auf diese Eigenschaft der Flamme — des Lichtes — hat Davy seine Lampe gegründet, und es fanden sich von Zeit zu Zeit Denker, die das Licht als etwas Materielles betrachteten; wir sehen, dass sie Recht hatten, denn das erzeugte Licht, die Flamme, welche die Räume beleuchtet, ist wohl nur eine brennende Materie. Aus dieser Idee formulirte sich die Ansicht, dass selbst die Sonne ein leuchtender Körper in beständiger Conflagration ist.

Wenn aber das Licht, die Flamme, sich nicht als ein Ganzes fortbewegen kann, so können auch seine Theile sich nicht vom Ganzen trennen und weitergehen. Will man das Licht in seine

Molecule zertheilt sich denken, so verbindet man mit ihrer Bewegung den Begriff der Verdunstung, das Verflüchtigen derselben.

Die ununterbrochene Entwickelung der Lichtkraft wird somit fasslich, und wir erkennen, dass eine Lichtflamme sich nicht fortbewegt, um z. B. die Wände unserer Stube zu beleuchten und gleichsam mit einer dünnen Lichtflamme zu übertünchen, sondern dass die Beleuchtung durch die sich aus der Flamme entwickelnde Kraft hervorgebracht wird.

So wie im Allgemeinen die Naturkräfte nicht an sich, sondern nur an und in ihren Wirkungen sichtbar sind, so ist auch die lichterzeugende Kraft eine unsichtbare. Wir wissen z. B., dass, wenn die Erde welche Anzahl immer von Monden hätte, alle diese Monde, je nach ihren Stellungen, auf dieselbe Art durch die Sonne beleuchtet sein würden. Sind sie alle zugleich in Opposition, so würden wir auf allen, so wie auf dem gegenwärtig alleinigen Mond das erzeugte volle Licht sehen, ohne zu bemerken, wie auf selbe das Sonnenlicht zuströmt und zwischen ihnen seinen Weg weiter fortsetzt. Wir haben bereits bemerkt, dass, wenn das wirkliche Licht sich nach der gewöhnlichen Vorstellung ausbreiten würde, es den Weltraum buchstäblich ausfüllen und allein sichtbar sein müsste.

Die Kraft erzeugt somit das Licht, wenn sie mit der Materie in Berührung kommt; ist keine beleuchtbare Materie da, so ist auch keine Lichterzeugung, und wir stellen uns vor, dass die Kraft ihren Weg fortsetzt. Aus diesen Bemerkungen folgt, dass, wenn wir von den Sonnenstrahlen sprechen, wir das Ausstrahlen der Lichtkraft, nicht aber die wirklichen, schon zu Licht gewordenen Strahlen verstehen; es gibt somit keinen Lichtstrahl in dem gewöhnlichen Sinne, aber das Wort Sonnenstrahl bezieht sich auf die leuchtende Kraft. Lassen wir z. B. durch eine — an einem Fenster angebrachte — sehr kleine Oeffnung einen solchen Sonnenstrahl in die Stube eindringen, so sehen wir diesen Strahl nicht, ist aber in der Luft ein schwebender Staub enthalten, so wird dieser beleuchtet und wir bemerken die Richtung des Strahles in einer geraden Lichtlinie; ohne diesen Staub, bei reiner Luft, sehen wir diese Linie nicht, sondern wir bemerken an der Wand, gegenüber der kleinen Oeffnung, einen Lichtpunct. Die Kraft hat sich in Berührung mit der Wand als Licht reflectirt und so den Punct beleuchtet, der, genau betrachtet, das Bild der Sonne ist.

Dass diese Kraft selbst auf der höchsten Stufe ihrer Intensität noch unsichtbar bleibt, wenn sie mit keiner beleuchtbaren Materie in Contact kommt, ist aus den Brennpuncten der convergirten Kraft ersichtlich. Die convexen Gläser, Lupen, oder die concaven

Digitized by Google

Spiegel, Parabeln bringen diese Brennpuncte hervor, ohne selbe sichtbar zu machen.

[32.] Mit dem Begriffe einer sich permanent entwickelnden Kraft ist der Begriff der Bewegung verbunden. Es ist somit bei der Lichterzeugung eine Bewegung, folglich auch eine Geschwindigkeit da, welche aber nicht dem Lichte, sondern der Lichtkraft zugehört. Hieraus wird es deutlich, dass man eigentlich nicht die Geschwindigkeit des Lichtes selbst suchen kann, sondern jene der dasselbe erzeugenden Kraft in Betracht ziehen soll.

Indem man, nach diesen Betrachtungen, nicht mehr von der Zeit sprechen kann, welche das Licht verwendet, um da oder dort anzukommen, so klären sich die Ideen auf und es können andere Fragen zur Lösung gelangen.

Welchen Begriff kann man sich von der Geschwindigkeit einer sich ununterbrochen entwickelnden oder ausströmenden, unsichtbaren Kraft machen? Wie gelangt man zur Erkenntniss einer solchen Geschwindigkeit? Begriff und Erkenntniss werden sich ohne Zweifel auf die Beobachtung der Erscheinungen, auf die Wirkung der Kraft selbst stützen müssen.

Die Erfahrungen der neuesten Zeit, durch die Photographie mächtig gefördert, zeigen auf eine augenblickliche Wirkung der Lichtkraft. Eine instantane Wirkung deutet wieder auf eine unendliche Geschwindigkeit. In der That scheint diese Wirkung den Unterschied zwischen der Zeit und der Entfernung nicht zu kennen.

Die Grossartigkeit der Wirkung dieser Naturkraft wird durch den Gedanken fasslich, dass z. B. die der Sonne ohne Unterlass entströmenden Strahlen eine immense Raumsphäre beständig erfüllt erhalten, woraus folgt, dass die Bewegung, die Strömung unaufhörlich vor sich geht und somit die Kraft gleichsam sich stets erneuert. Nachdem nun diese Kraft — wir möchten dies in Bezug auf die Sonne sagen — in ihrer Gesammtmasse da, also den Raum füllend stets vorhanden ist, braucht sie nicht erst anzukommen, und es wird begreiflich, dass sie instantan oder permanent wirkt. Wir wissen es z. B. recht wohl, dass die eine Erdhemisphäre immer und ohne Unterbrechung beleuchtet ist, dass somit das Licht sich ununterbrochen und immer neu erzeugt.

Eine andere Frage, ob wir auch das Licht in demselben Augenblicke erblicken, in welchem es erzeugt wird? scheint mehr unsere Sehorgane, unsere Vision anzugehen als das Licht. Wenn wir aber darauf aufmerksam sind, dass wir unser Auge in jedem Moment von dem entferntesten Stern abwenden und ihm sogleich wieder zuwenden können, ohne einen Zeitunterschied zu bemerken zwischen seiner Sichtbarkeit und Nichtsichtbarkeit, so können wir

Digitized by Google

wohl sagen, dass auch unsere Vision instantan ist, dass wir den entferntesten wie den nächsten leuchtenden oder beleuchteten Körper augenblicklich sehen, und somit unsere Vision gleichfalls keinen Unterschied zwischen Zeit und Raum macht. Substituiren wir nun unser Auge dem Lichte, so können wir sagen, dass die Geschwindigkeit unserer Vision unendlich ist.

In noch nicht lange vergangener Zeit hat man die geographischen Längen durch die Geschwindigkeit des Lichtes, durch Knallsignale etc. zu bestimmen gesucht. Das Verfahren konnte zu keinen brauchbaren Resultaten führen und wurde bald aufgegeben. Umgekehrt hat man in neuerer Zeit durch die Lichterscheinungen auf der Erdoberfläche die Geschwindigkeit des Lichtes zu bestimmen gesucht: dass auch diese Experimente, so genial sie auch sein mögen, zu keinen Resultaten verhelfen, ist ersichtlich. Auf der Oberfläche der Erde können wir, ihrer sphärischen Figur wegen, eine vergleichsweise nur unbedeutende Entfernung der Objecte übersehen; nehmen wir selbst an, dass man in einer Linie visiren könnte, deren Länge gleich jener des Erddurchmessers ist, so hätte man selbst nach Römer's Evaluation nebst dem Einflusse der Atmosphäre, mit der Schätzung von $^1/_{25}$ einer Zeitsecunde zu thun. Mit der Erkenntniss der Existenz einer lichterzeugenden Kraft jedoch fallen diese Art Experimente von selbst weg, so wie jede Idee über die Lichtgeschwindigkeit verschwindet.

[33.] Nach der Idee, dass die Bewegung sich mittheilt und wieder Bewegung hervorbringt, hat man sich vorgestellt, dass das Licht, z. B. jenes der Sonne die Eigenschaft habe auf die Körper — Materie — impulsiv oder bewegend einzuwirken. Weder die Beobachtungen noch die Experimente haben diese Ansicht bestätigt und man kann annehmen, dass das Licht oder dessen Kraft weder unmittelbar noch mittelbar — so wie die Wärme und die Electricität — eine Bewegung hervorbringt. Dennoch hat man sich imaginirt, dass die Sonnenstrahlen doch wenigstens auf die Cometen, besonders aber auf deren Schweife, welche aus einem sehr leichten Stoff bestehen sollen, bewegend, impulsiv oder repulsiv einwirken könnten. Die genauesten Beobachtungen haben auch diesen letzten Zufluchtsort entschieden geschlossen, denn es hat sich erwiesen, dass die Cometen vollkommen diaphan sind und keine Masse haben. Keine Masse heisst keine Materie, wo demnach nichts ist, kann die Kraft nicht einwirken.

Die Lichtkraft durchdringt diaphane Körper selbst von bedeutender Dichtigkeit und setzt ihren Weg fort, obwohl etwas modificirt. Aus diesem Grunde sagt man, dass z. B. das weisse reine Glas das Licht durchlässt, was gleichbedeutend ist mit „wir sehen durch das Glas.“ Dieser Umstand weiset aber deutlich darauf,

Digitized by Google

dass es nicht das Licht selbst ist, welches die transparente Materie durchdringt, und dass diese diaphane Materie nicht beleuchtbar ist. In der That, mit der Zunahme der Transparenz nimmt die Sichtbarkeit der diaphanen Materie selbst ab und wir wissen, dass ein reines, vollkommen polirtes Glas unsichtbar wie die Atmosphäre wird. An den diaphanen Substanzen ist demnach nichts zu beleuchten und die Kraft passirt. Aus dieser Ursache kann man sagen, dass die Cometen nicht beleuchtbar sind und somit auch von der Sonne nicht beleuchtet sein können; da nun ihr Licht ein erzeugtes Licht ist, so folgt, dass die Cometen Lichterscheinungen sind.

Wir haben bereits bemerkt, welchen Sinn man dem Ausdrucke „atmosphärisches Licht" beizulegen hat; was man himmlisches Licht oder Himmelslicht nennt, so ist dieses der Effect, welchen die am Firmamente sichtbaren Lichtpuncte, Sterne etc. auf unser Auge hervorbringen. Je dichter diese Puncte beisammen sind, je grösser ihre Zahl in einer gewissen Himmelsregion ist, desto mehr Licht sehen wir, die Pleiaden z. B. die Milchstrasse etc. dienen als Beispiel. Je reiner die Luft desto lichter ist der Himmel, denn auch die kleinsten Puncte liefern ihren Antheil zu dem Effect. Wir sehen somit eine mehr oder minder grössere Lichtmasse und ihre Wirkung auf unser Auge ist dieselbe, als würden wir eine Beleuchtung sehen, als würde sich das Licht dieser Puncte zerstreuen.

[34.] Es ist allgemein anerkannt, dass das Licht sich schwächt, seine Intensität abnimmt und endlich die Leuchtkraft mit der Entfernung sich vermindert: man hat diese Erscheinung numerisch bestimmt und sagt, dass z. B. die Sonne die Planeten je nach ihrer Entfernung stärker oder schwächer beleuchtet. Die Idee über Abnahme oder Verminderung einer Kraft lässt sich mit der Idee ihrer unendlichen Geschwindigkeit oder mit ihrer instantanen Einwirkung nicht in Einklang bringen und man hat noch andere Begriffe oder Kenntnisse von der Eigenthümlichkeit einer solchen Kraft hinzuzufügen.

Wo Zahlen sind ist auch eine Quantität und umgekehrt. Der erste Elementarbegriff ist demnach, dass die Kraft durch ihre Quantität repräsentirt ist. Beim Licht nennt sich die Menge Intensität; je intensiver das Licht desto grösser ist ihre Kraft. Die Quantität vermindert sich durch Wegnahme oder durch Theilung, die erstere zeigt auf ein arithmetisches, die letztere auf ein geometrisches Verhältniss. Da die Abnahme der Leuchtkraft eine anerkannte Thatsache ist, so muss sie sich ausdehnen, verbreiten oder zerstreuen, d. h. sie muss sich vertheilen und nicht als Ganzes, sondern mit ihren Theilen und diesen Theilen proportional einwirken.

Digitized by Google

Unsere Grundbegriffe über Abnahme der Intensität durch die Vertheilung sind durch die Beobachtung zahlloser hieher gehörigen Phänomene entstanden. Eine gegebene Quantität Goldes z. B. soll auf immer grössere und grössere Flächen ausgedehnt werden. Die Materie verbreitet sich ohne die Natur des Goldes zu ändern: mit der Verbreitung in das Unendliche scheint seine Substanz zu verschwinden. Mit einer gegebenen Menge von einer Farbe sollen immer grössere Flächen übertüncht werden, die Intensität der Farbe nimmt stufenweise ab, um endlich unserem Sinne zu entschlüpfen. Diese beiden Abnahmen der Intensität verhalten sich wie die Flächen. Stellen wir uns aber eine Quantität Farbe vor, welche z. B. eine Wassermasse zu färben hat, die stets zunimmt; so haben wir eine Division nach allen Richtungen und die Zerstreuung ist im geometrischen Verhältnisse. So vertheilt sich der Geruch einer Substanz, so der Schall oder der Klang, so dehnt sich die Wärme aus, so zerstreut sich die freie Electricität etc.

Zerstreut sich nun eine Kraft von einem Centralpuncte ausgehend nach allen Richtungen, so findet ihre Ausdehnung in einer Sphäre statt. Mit der Fortbewegung derselben nimmt die Grösse der Sphäre zu und erreicht die Verbreitung ihre Grenzen, so ist die Sphäre der Action der Kraft gegeben. Auf diese Art hat das Licht seine Actionssphäre; findet die Kraft in dieser ihrer Sphäre eine beleuchtbare Materie, so wird diese von ihr beleuchtet. Die Beleuchtung, was mit der Lichtproduction synonym ist, geht demnach so vor sich, als würde das Licht oder seine Kraft stets die Oberfläche einer Sphäre zu beleuchten haben, welche seiner Entfernung vom Mittelpuncte entspricht. Da nun die Oberflächen der Sphären sich verhalten wie die Quadrate ihrer Radien (Halbmesser) so folgt, dass die Zerstreuung der Kraft oder die Abnahme der Intensität des erzeugten Lichtes gleich ist dem Quadrate der Entfernung.

Ist die Geschwindigkeit der Lichtkraft unendlich, so ist die Sphäre ihrer Action gleichfalls unendlich; woraus folgt, dass auch die Abnahme ihrer Intensität in das Unendliche fortdauert; das heisst, die Kraft hört zu wirken auf, sie hat sich bis zur Erschöpfung vertheilt.

Stellen wir uns nun vor, dass das Licht der Sonne sich in eine Sphäre gestaltet, deren Halbmesser z. B. die Entfernung Neptuns ist. Diese Lichtkugel müsste sichtbar sein, und vom Centrum der Sonne aus, wo ihre Intensität im Maximum ist, würden ihre mehr und mehr entfernten Theile immer schwächer und schwächer erscheinen. Alle Himmelskörper, die sich in dieser Actionssphäre befinden, werden nun im Verhältniss des Quadrates ihrer Entfernung vom Centrum beleuchtet, eben nach der Intensi-

Digitized by Google

tät der Lichtkraft. Wird nun — nach der heutigen Bestimmung — die Entfernung Mercurs von der Sonne, folglich auch die Intensität des auf ihm erzeugten Lichtes als Einheit genommen, so ist die Intensität des Sonnenlichtes auf Neptun 6020mal schwächer. Diese Verhältnisse sind aus irdischen Phänomenen abstrahirt; ob sie nun auch in den Himmelsräumen bestehen? ist eine nicht zu entscheidende Frage, indem wir von jenen Modificationen, welche die Kraft in dem Weltraume erleidet, keine Idee haben können; dass auf der Erde, die uns umgebende Luft — in welcher die Lichtphänome vorgehen — entscheidend auf das Verhältniss einwirkt, das können wir wissen, aber die Phänomene vergleichen, das können wir nicht. Die bekannten Schlüsse gehen somit aus der Analogie durch Supposition hervor.

Vergleichen wir nun mit der beständigen Abnahme der Lichtkraft den Satz. „Jedes Licht, welch immer seine Intensität sei, bewegt sich mit derselben Geschwindigkeit," so können wir seinen wahren Sinn darin finden, dass die Kraft in allen ihren, noch so kleinen Theilen dieselbe bleibt, das heisst ihren Character, ihr Wesen, ihre Natur durch die Division nicht ändert und in jeder Gradation ihrer Intensität auf gleiche Art, also immer instantan auf die Materie einwirkt. Wir haben demnach definitiv auszusprechen, dass die der Sonne entströmenden Strahlen, eine vom Centrum ausgehende, nach allen Richtungen sich ausbreitende — also eine dispersive — Kraft repräsentiren.

[35.] Mit dem Begriff der Dispersion in das Unendliche ist der Begriff des endlichen Aufhörens, des gänzlichen Verlierens des Lichtes in Verbindung. Zu allen Zeiten hatte man die Idee, dass die Sonne ihr Licht endlich erschöpfen müsse, und dass überhaupt jedes Licht am Ende sich gänzlich verliert: dieser Idee nach stellt man sich vor, dass Weltkörper im Raume sich befinden können, deren eigenes Licht erloschen ist. In der That können wir uns keine andere Idee von einem leuchtenden Weltkörper machen, als dass er in einem glühenden Zustande, somit eine Materie in Combustion ist? so bleibt wohl nichts übrig als uns vorzustellen, dass alle die Myriaden Sonnen nach und nach erlöschen.

Wir wissen wohl wie ein Licht erlöscht oder endlich zu leuchten aufhört, wir können aber dennoch nicht begreifen, dass überhaupt etwas vom Weltall aus der Natur verloren gehen könnte, indem ein Etwas sich nicht in ein Nichts verwandeln kann. Die sich zerstreuende Lichtkraft z. B. kann nicht verloren gehen; begegnet sie einer beleuchtbaren Materie, so gehet sie mit dieser eine Combination ein; wird sie von dieser Materie getrennt, d. h. determinirt selbe zu verlassen, so wird sie ihre frühere Wirksamkeit fortsetzen; begegnet sie aber keine solche Materie, so bewegt

Digitized by Google

sie sich im Raume fort und sie kann sich umgestalten und mit einer veränderten Eigenschaft eine für uns anders erscheinende Wirkung hervorbringen. Welchen Modificationen diese Kraft — oder überhaupt die Naturkraft — in dem Weltraume ausgesetzt ist, können wir nicht ahnen; ist es nicht möglich, dass die in unserer Atmosphäre so reichlich vorhandene Electricität, welche sich offenbar ansammelt und stets neu erzeugt wird, eine Transformation der Lichtkraft ist? Die Uebergänge der Kräfte, welche wir von einander unterscheiden, sind am Ende für uns Modificationen derselben alleinigen Naturkraft.

Wir wissen, dass das Licht die Materie im Allgemeinen, und insbesondere die verschiedenen Substanzen mehr oder weniger angreift: schwärzt, bleicht, desoxydirt, die chemischen Substanzen zersetzt und mit ihnen in Verbindung tritt etc., diese Eigenschaft gehört wohl einer grossen Naturkraft an, deren eine Wirkung das Licht ist.

[36.] Eines der auffallendsten Lichtphänomene ist die Farbenbildung. Man stellt sich vor, dass das weisse Licht aus Farben zusammengesetzt ist und decomponirt wird. Glasprismen, Doppelspath, Wasser und seine Dünste, Opal und andere irisirende Objecte etc., erzeugen die Farben theils durch die Reflexion, theils durch die Refraction, so wie die Luft durch die Refraction die rothe Farbe hervorbringt. Die Vorstellung gewinnt an Präcision, ja sie wird zu einer rationellen Auffassung, wenn wir uns die Kraft selbst als decomponirt vorstellen, welche mit ihren auf diese Art zersetzten Theilen ein modificirtes, ein gefärbtes Licht erzeugt. Das innere Gefüge der Substanzen, ihr chemischer Zustand etc., bedingen die Zersetzung und man weiss, dass die chemische Einwirkung der verschiedenen Farben, verschieden ist, so wie ihre Intensität. Die zersetzte Kraft erzeugt somit Modificationen und zugleich verschiedene Intensitäten des Lichtes. Die decomponirte Kraft kann wieder recomponirt werden und dann wirkt sie einfach und ganz; das schon producirte Licht lässt sich aber weder decomponiren noch recomponiren und die Ideen vom farbigen Lichte harren ihrer Correction.

Das merkwürdige bei der Farbenbildung ist, dass bestimmte Substanzen (modificirte Materie) bestimmte und stets dieselbe Farbe hervorbringen, sei es durch die Refraction, Reflexion oder durch Combustion. Dies deutet wohl hin, dass die Lichtkraft mit den verschiedenen Substanzen immer dieselbe Combination eingeht, von denselben stets auf dieselbe Art modificirt wird.

Der Einfluss der Flächen, der Ebenen und ihrer Neigungen, der Winkel etc. auf das Licht und seine Production, zeigt ebenfalls deutlich, dass man hier mit einer Kraft zu thun hat, die sich

Digitized by Google

nach den, aus der Geometrie und aus der Mechanik geschöpften Grundsätzen verhält, dass folglich ihr Studium diesen Wissenschaften anheimfällt.

Wir glauben, dass diese kurzen Andeutungen hinlänglich sein können, den Leser darauf aufmerksam zu machen, dass wir uns durch die Annahme einer lichterzeugenden Kraft von den optischen Täuschungen befreien, denn in der That könnte man die heutige Optik, die Wissenschaft der Illusion nennen. Indem wir dem Lichte die dasselbe erzeugende Kraft selbst substituiren, gehen wir von der Wirkung auf deren Ursache über; wir thun somit ganz dasselbe was Newton und seine Nachfolger gethan haben, indem sie der Bewegung die Attraction als bewegende Kraft substituirt haben; dass aber unsere Lage weniger schwierig ist, bedarf nicht der Wiederholung. Auch ist es augenscheinlich, dass die über das Licht und sein Wesen formulirten Ideen auf die Attraction übertragen wurden, und wir werden sehen, wie weit die Analogie zwischen den beiden Naturelementen sich erstrecken kann.

ATTRACTION UND BEWEGUNG.

[1.] Nachdem wir in ihren Hauptzügen die Begriffe schon betrachtet haben, welche man sich von der Anziehung gemacht hat, können wir auf deren Anwendung übergehen. In diesem Capitel werden wir weder über die Himmelserscheinungen noch über die Mechanik des Himmels irgend etwas lernen, wir werden nur sehen, wie der menschliche Geist nothwendigerweise sich — auf Abwege gerathend — verirren muss, wenn er den Pfad des Positiven verlassend, zu seinem Führer die Imagination wählt. Haben wir noch keine rechte Auffassung vom Chaos, so können wir dazu gelangen durch die Zusammenstellung der über die Attraction aufgestellten Ansichten.

Jeder Gelehrte sieht es ein, dass die Anziehung als eine grosse Naturkraft betrachtet, eben so wenig *gekannt* werden kann, als überhaupt die Natur einer Kraft; dass die Wirkung oder die Art der Action einer ungekannten Kraft ebenfalls unbekannt bleibt, folgt wohl natürlich von selbst. Nachdem man auf diese Art genöthigt ist seine Ignoranz zu gestehen, glaubt man hiedurch sich die Freiheit und das Recht erworben zu haben, Grundsätze und Gesetze aufzustellen, nach welchen die unbegriffene Kraft, die Attraction, einwirken muss. Diese ist wenigstens die directe Manier zu beweisen, dass man von der Anziehung sich keinen rechten Begriff machen kann.

Macht man sich nun an die Anwendung der entschiedenen Gesetze, so zeigen sich diese sowohl, als auch die Grundsätze ungenügend; die Calculs wollen nicht immer die erwarteten Resultate geben, man muss demnach die Gesetze modificiren und so lange ändern und wieder ändern, bis man durch die weiter und weiter getriebenen Annäherungen zu dem gewünschten Erfolg gelangt. Die Uebertretung und das Brechen der Gesetze, das Aufgeben der Principien ist an der Tagesordnung, das Beispiel dazu haben diejenigen gegeben, die sie eben aufgestellt haben.

Hat man durch dieses Verfahren mit Hilfe des Calculs die überraschenden Resultate herausgebracht, so hat man sich zugleich die unerschütterliche Ueberzeugung verschafft, dass man in die Geheimnisse des Himmels eingedrungen ist, ihm die wahren Gesetze vorgeschrieben und dadurch ganz klar, mit einer

Digitized by Google

unwiderlegbaren Evidenz bewiesen hat, dass die Dinge im Weltall so und nicht anders vorgehen müssen. Gekräftigt durch diese unwandelbaren Wahrheiten erklären dann gewisse Gelehrte alsogleich allen jenen den Krieg, die ihre Ueberzeugung nicht theilen und folglich nur Ignoranten sein können.

[2.] Man weiss es, dass Newton seine Theorie der allgemeinen Gravitation auf die theilweisen Notionen gründete, welche man sich bis zu seiner Zeit durch Experimente über die Erdanziehung verschafft hat. Nachdem er einen speciellen Fall generalisirt hat, musste er voraussetzen, dass die Einwirkung der Himmelskörper auf einander auf dieselbe Art vorgeht und sich beurkundet, wie die Action der Erde auf ihre Theile. So wird der Fall der Körper auf die Erdoberfläche der Fall der Weltkörper gegeneinander; die Planeten fallen gegen das Centrum der Sonne, die Satelliten gegen den Mittelpunct ihres Planeten genau so, wie der Stein auf die Erde fällt. Die Idee entwickelt sich weiter: da die Anziehung wechselseitig ist, fallen die Weltkörper insgesammt einer gegen den anderen.

Die auf die Erde fallenden Körper bleiben aber nicht in Bewegung, sie bleiben nicht im Raume schwebend, sie ruhen nicht bis sie sich mit der Erdsphäre vereinigt haben, woraus folgt, dass ein Himmelskörper, der gegen einen anderen fällt, auch keine Ruhe hat, bis er sich mit diesem nicht vereinigt. Wenn nun die Universalanziehung auf diese Art wirkt, so müssen sich alle Weltkörper in eine einzige Masse vereinigen. Da aber nach dem Fallen von einigen tausend Jahren weder die Erde auf die Sonne noch der Mond auf die Erde angelangt ist, so ist es wahrscheinlich, dass die allgemeine Attraction sich nicht „nach den Gesetzen des Falles der Körper" richtet.

Die Physik lehrt, dass die Körper auf der Erdoberfläche für sich allein nicht fallen würden, und dass sie durch eine Kraft sollicitirt, in Bewegung versetzt werden müssen. Diese Kraft, welche die Körper zum Falle bringt, ist die „Schwerkraft," deren Richtung senkrecht auf die Erdoberfläche, also gegen ihren Mittelpunct ist. Wenn diese Schwerkraft auch nicht universal ist, sagen die Bücher, so ist sie doch „eine sehr allgemeine." Die Schwerkraft wirkt constant, folglich ist die Bewegung, welche sie hervorbringt, eine gleichförmig *beschleunigte*. Hieraus stellt die Mechanik das Gesetz auf, dass eine sich gleichbleibende, stets wirkende Kraft den Erfolg hervorbringt, als würde zu derselben Kraft beständig und mit jedem Moment eine andere Kraft hinzugefügt, welche ihr an Grösse gleich ist. Nachdem nun der Fall der Körper wegen der stets zunehmenden Geschwindigkeit nicht direct beobachtet werden kann, so wendet man sich zu einer Maschine, welche das Experi-

Digitized by Google

ment so langsam macht als man will. So ist es möglich geworden, die Fallgesetze aufzustellen, welche — wie wir dies bei den Elementen darthun — grundfalsch sind.

Die Schwerkraft der Physiker ist die Anziehungskraft der Astronomen; es ist die Schwere, die den Mond in seiner Bahn *erhält* und denselben gegen die Erde *fallen* macht; es ist die Schwere, die die Erde um die Sonne kreisen und zugleich gegen ihr Centrum fallen macht etc., und diese Schwere ist der Masse der Körper proportional. Der Widerspruch ist flagrant, in der Bahn enthalten, die Circulation bewerkstelligen und zugleich fallen machen! Hätte die Erde — sagen die Astronomen — eine grössere Masse, so würden die Körper auf ihrer Oberfläche schneller fallen. Gegenwärtig fällt ein Körper in der ersten Secunde 4·9 Metres, würde die Erdmasse 2-, 10- oder 100mal grösser sein, so würden die Körper in der ersten Secunde 9·8, 49 oder 490 etc. Metres fallen.

Die durch die Attraction hervorgebrachte Geschwindigkeit ist somit der Masse proportional. Wir werden bald sehen, wie dieser Satz umgeworfen wird.

[3.] Nachdem die Anziehung auf diese Art entschieden eine bewegende Kraft ist, so kann man die Massen der Himmelskörper aus der Geschwindigkeit bestimmen, welche sie hervorbringen: man braucht hiezu nichts anderes zu kennen, als dass die Körper auf der Erde 4·9 Metres in der ersten Secunde fallen, und höchstens noch die Geschwindigkeit, mit welcher die Planeten und die Satelliten in ihren Bahnen sich bewegen, indem es eine ausgemachte Sache ist, dass die Anziehung nach dem Quadrate der Entfernung abnimmt.

Es wird in den Büchern gelehrt, dass die Astronomen die Masse der Sonne so genau kennen, als hätten sie dieselbe auf einer Wage abgewogen: diese Masse ist 354936mal grösser als jene der Erde, woraus alsogleich folgt, dass auf der Sonnenoberfläche die Körper 1,739186·4 Metres oder bei 434·8 Meilen in der ersten Secunde fallen.

Die Masse eines Körpers ist sein Volum, multiplicirt mit seiner Dichte, somit ist seine Dichte gleich seiner Masse, dividirt durch sein Volum: wir befinden uns daher in einem bekannten Lande. Kennt man die Einheit der Dichte, so kennt man auch die Dichte der Weltkörper. Diese Einheit liefert die Erde, denn eine Maschine hat bewiesen, dass ihre *mittlere* Dichte 5·448mal grösser als jene des Wassers ist. So liefert die Erde auch die Einheit der Masse und der Durchmesser, daher ist es leicht zu bestimmen, wie gross die Schwere auf der Oberfläche der Weltkörper ist; man hat nur ihre Masse durch das Quadrat ihrer

Digitized by Google

Halbmesser zu dividiren. So erhält man z. B. für die Sonne: Schwere = 354936 dividirt durch $(112{\cdot}06)^2 = 28{\cdot}28$, woraus folgt, dass die Körper auf der Sonnenoberfläche in der ersten Secunde 138·572 Metres fallen und dass der Secundenpendel auf der Sonne 28mal länger ist als auf der Erde!!

Da man, wie wir erwähnt haben, das Gesetz gebracht hat, dass die Geschwindigkeit der anziehenden Masse proportional ist, dass die Schwere zunimmt wie die Masse, so können wir fragen: „Ist die Attraction die Schwere, oder ist die Schwere die Attraction?“ In dem einen Falle ist die Sonnenanziehung 354936mal, in dem andern 28·28mal grösser als jene der Erde. Wie kam man nun dazu, die Schwere von der Anziehung so weit zu entfernen, da doch weder Newton noch die Geometer und Astronomen zwischen Schwere und Attraction einen Unterschied erkennen? Wie kam man zu der Unterscheidung zwischen Central- und Superficial-Anziehung?

Es scheint aus dieser Confusion hervorzugehen, dass ein Weltkörper auf die fallenden Körper mit seiner Schwere, auf andere Weltkörper aber mit seiner Attraction einwirkt, der Begriff aber der Anziehung nach den Massen wegfällt.

Wir bemerken hier, dass die Bestimmung der Massen, aus welcher wieder die Bestimmungen der Dichte und der Schwere folgen, auf der Voraussetzung beruht, dass die Planeten und Satelliten sich nach dem System Copernik's in Kreisen oder Ellipsen bewegen, deren Halbmesser die Entfernung des Planeten von der Sonne, der Satelliten von ihren Planeten sind. Wenn nun diese Bahnen andere und z. B. bedeutend kleiner sind, so fallen die so leicht herausgebrachten Zahlen insgesammt — in das Wasser.

[4.] Es wird von allen grossen Geometern zugegeben, anerkannt, ja auch bewiesen, dass die Erde, folglich auch die übrigen zum Sonnensystem gehörigen Körper ihre Doppelbewegung durch eine ursprüngliche Impulsion erhalten haben, dass somit diese nicht das Werk der Attraction ist.

Wie soll es nun die Anziehung — die Schwere — anstellen, dass die Erde jede Secunde eine bestimmte Quantität gegen den Mittelpunct der Sonne falle?

Die Geschichte ist bekannt; zur Zeit, als es in den Himmelsräumen noch keine Attraction und kein theoretisches System gegeben hat, lief die Erde im Weltraume in gerader Linie fort, bis sie in die Actionssphäre der Sonnenanziehung gekommen ist, welche dann ihre gerade Linie in eine krumme verwandelt hat. Die Krümmung ist „der Fall der Erde,“ ihre ursprüngliche Geschwindigkeit hat sich nicht geändert, sie ist die tangentielle Ge-

Digitized by Google

schwindigkeit geworden, welche gleichbedeutend ist mit der „Centrifugalkraft.“ Es ist somit klar bewiesen, dass die Erde die Centrifugalkraft mit sich gebracht hat, und dass es gar nicht nothwendig war, selbe durch die Circulation zu erzeugen oder gar vom Mittelpuncte der Sonne ausgehen zu lassen, da in der That jeder Körper, der sich in gerader Linie bewegt, so betrachtet werden kann, als „flöge er vom Centrum,“ daher keiner besonderen Flugkraft mehr bedarf: wenn er aber einmal circulirt, so bleibt er um das Centrum und benöthigt der Fliehkraft abermals nicht.

Dass die Centrifugalkraft genau gleich ist der Anziehungskraft, wird aus dem Umstande klar, dass die ursprüngliche Geschwindigkeit der Erde durch die Attraction paralysirt, von der geraden Linie in den Kreis übergegangen ist. Dass die „Schwere der Sonne“ in der Erdbewegung, d. h. in ihrem Falle keine Acceleration hervorbringt, also sich gegen die Gesetze der Mechanik benimmt, scheint aus dem Umstande hervorzugehen, dass die Erde noch immer nicht in dem Mittelpuncte der Sonne sich befindet.

[5.] Die Bildung einer Planetenbahn durch die Sonnenanziehung ist von allen Astronomen einstimmig als eine über jeden Zweifel erhabene, als eine ganz ausgemachte Sache betrachtet, in den Büchern und Schulen vorgetragen, gelehrt, mit passenden — aber unverständlichen — Diagrammen geschmückt und sehr leicht bewiesen. Dieser Umstand legt uns gleichsam die Pflicht auf, das Dogma näher zu betrachten und zu fragen, ob es auch eine Prüfung aushält, und ob es mit der Ellipse und mit den variablen Geschwindigkeiten im Einklange ist? Da wir nicht voraussetzen können, dass die Gelehrten eine so wichtige Frage nur so im Vorübergehen entscheiden, so können wir dieselbe nicht bloss mit einigen Worten abfertigen, wir müssen uns daher einige Wiederholungen erlauben.

Man musste alsbald gewahr werden, dass mit der Centralanziehung der fixen Sonne in permanenter Action, und umgekehrt dem Quadrate der Entfernung, ihr System nicht aufrecht erhalten werden kann; man musste demnach darauf bedacht sein, diese Action zu beschränken und die Sonne lehren, wie sie sich zu verhalten und auf welche Art sie von ihrer Anziehung Gebrauch zu machen hat. Man hat daher entschieden, dass die Rolle der Attraction reducirt werde, 1. auf die Formation der geschlossenen Curve, und 2. auf die Erhaltung der Planeten in ihren Bahnen. Die verschiedenen Perturbationen, welche sie nebenbei hervorzubringen hat, sind selbstverständlich.

Um dem Worte „Fallen“ seine wahre Bedeutung zu geben, hat man sich eingebildet, dass die Planeten ursprünglich die Him-

Digitized by Google

melsräume in gerader Linie durchwanderten, und indem sie zur Sonnenanziehung gelangt sind, hat diese auf sie so eingewirkt, dass ihre gerade Linie sich in eine krumme verwandelt hat; da man indessen noch zu rechter Zeit einsah, dass die Attraction mit der Annäherung des Planeten zunimmt und dass dieser unwiderstehlich bis in den Mittelpunct der Sonne fallen muss, so war die höchste Aufgabe, diesem Uebelstande abzuhelfen und so der Attraction noch eine additionelle Bedingung vorzuschreiben.

Note. Die Theorie scheint sich in dieser Beziehung mit den Satelliten nicht zu befassen; daher kann man es nicht mit Gewissheit behaupten, ob auch diese in einer geraden Linie herumliefen, bevor sie zu ihren Planeten gelangt sind?

Unter den zugewachsenen Bedingungen steht, dass die eigene Geschwindigkeit des Planeten, welche er durch eine unbekannte impulsive Kraft ursprünglich erhielt, als seine tangentielle Geschwindigkeit betrachtet werde, indem eine gerade Linie recht wohl als eine Tangente angesehen werden kann. Hieraus erwächst der Vortheil und auch die Erleichterung der mechanischen Construction, dass, sobald die Gerade die erste kleine Krümmung erhalten hat, der Planet wieder anfängt, in gerader Linie weiter zu gehen, was er nun mit seiner Tangente ganz gehörig thun kann: ist auf diese Art nach und nach die geschlossene Curve fertig gemacht, so bleibt dem Planeten noch immer seine Neigung in gerader Linie mit seiner Tangentialgeschwindigkeit, welche unterdessen sich in die Centrifugalkraft metamorphisirt hat, das Weite zu suchen.

Eine andere Zuwagbedingung fordert, dass die tangentielle Geschwindigkeit *alias* Centrifugalkraft, der Attraction vollkommen gleich sein müsse. Wir sehen, dass, wenn der Planet mit seiner geradlinigen Bewegung nicht weiter konnte und von der Attraction in eine kreisende Bewegung genöthigt wurde, die tangentielle Geschwindigkeit ursprünglich schwächer war und erst später der Attraction gleich geworden ist. Eben dies ist der Grund, warum nun das gewünschte Resultat so glücklich erreicht wird, nach welchem der Planet fallen muss, weil er nicht mehr in gerader Linie fort kann, er muss im Verhältniss der Bahnkrümmung mit seiner ursprünglichen Geschwindigkeit fallen, indem diese beiden die Sonnenanziehung repräsentiren; der Planet kann aber doch nicht gänzlich in den Mittelpunct der Sonne fallen, denn die Centrifugalkraft annullirt die Action der Schwere!

Bemerken wir wohl, dass nach dieser geistreichen Vorstellung, deren Richtigkeit übrigens durch die Analyse scharf bewiesen ist, der fragliche Planet nothwendigerweise in derselben Entfernung von der Sonne bleiben muss, denn sonst würden die zwei conträr

Digitized by Google

einwirkenden Kräfte sich nicht gleich sein können, und der Planet müsste in die Sonne fallen: ferner ist jede geschlossene Curve, deren alle Puncte gleichweit vom Centrum entfernt sind, nach Euclid ein Kreis, somit muss der Planet einen Kreis beschreiben, nicht aber eine Ellipse; nachdem endlich der Planet seine erhaltene Geschwindigkeit eben so wenig als die Sonne ihre Masse und Attraction ändern kann, so ist die Geschwindigkeit des Planeten in seiner Bahn eine gleichförmige.

Wir sehen hieraus, dass die Theorie durch ihre Fundamentalprincipien sowohl die Ellipse, als auch die variablen Entfernungen und Geschwindigkeiten vollkommen ausgeschlossen, ja unmöglich gemacht hat. Dass diese drei Dinge später, trotz der unumstösslichen Grundsätze dennoch zu unwiderlegbaren und mit der grössten Evidenz bewiesenen Wahrheiten heranwuchsen, gehört zu den Mysterien oder vielmehr zu den Gewohnheiten der Theorie.

Die Frage ist aber für den Studenten nicht unwichtig, welcher Theil der Theorie soll, der frühere oder spätere — wenn diese sich so handgreiflich widersprechen — aufrecht erhalten werden? Die einfache Antwort ist: „beide," denn nur hiedurch ist eine unbezweifelbare Harmonie hergestellt, wenn sie sich gegenseitig — vernichten. Dies hat die Theorie begriffen, darum lehrt sie die Widersprüche zugleich und mit derselben Liebe.

Nachdem wir das Endresultat kennen, können wir die Manipulation vor ihrem Anbeginn betrachten und supponiren, dass die Erde selbst der Initialoperation unterworfen wird.

Die anziehende Kraft im Allgemeinen, jene der Sonne insbesondere, wirkt nach allen Richtungen; die Sphäre ihrer Action, deren Grenzen nicht anzugeben sind, kann sich in das Unendliche ausdehnen, und welche immer die Abnahme der Kraft mit der Zunahme der Distanz ist, so kann sie wohl unendlich klein, doch aber nie Zero werden.

Welches ist nun das Verhältniss zwischen der Abnahme der Action und zwischen dem unendlichen Raum? Der Himmel kennt keine Zahlen, und der Mensch ist so gefällig, ihm die seinigen zu leihen.

Die Action übt sich vom Centrum auf das Centrum aus: die Richtung der Kraft ist die Richtung irgend eines Halbmessers der Sphäre, welcher die Mittelpuncte des angezogenen Körpers (Erde) und der Sonne verbindet. Auf dass die Erde bis zur Sonnenanziehung gelangen konnte, musste sie wohl schon eine Bewegung gehabt haben und es scheint, dass die ursprüngliche Impulsion sie zugleich in eine Rotation versetzt hat, ein Umstand, der die Bewegung in gerader Linie unmöglich macht. Setzen wir aber den-

Digitized by Google

noch voraus, dass die Erde in der geraden Linie lief, welche war die Richtung ihrer Bewegung in Bezug auf die Attractionssphäre der Sonne? War diese im Sinne eines der Halbmesser, so musste sie geraden Weges in das Sonnencentrum eilen, ohne dass die Attraction nöthig hatte, sie von ihrem Wege abzulenken; war die Richtung in einem Winkel mit dem Halbmesser, so musste sie sich entweder der Sphäre nähern, oder von dieser sich entfernen wollen; im ersten Falle würde die Erde thatsächlich sich der Sonne genähert haben und die stets wachsende Anziehung hätte sie gleichfalls in die Sonne geführt; im zweiten Falle wäre die Erde nie in dem Sonnensystem erschienen, sie wäre davon gelaufen.

Damit die Action sich — nach der hergebrachten Vorstellung — ausübe, auf dass die Krümmung der Geraden möglich werde, muss die ursprüngliche Richtung der Erdbewegung senkrecht auf einen radius gewesen sein.

Im Sinne des angenommenen Systems kann man der Actionssphäre einen Actionskreis substituiren, da man voraussetzt, dass alle Planeten sich nahe in derselben Ebene bewegen: die Ecliptik oder der Zodiac scheint somit anzuzeigen, dass alle Planeten aus derselben Gegend herstammen, dass sie insgesammt denselben Weg eingeschlagen haben, um in gerader Linie der Sonne zuzueilen.

Die Attraction fängt mit einer Kraft zu wirken an, welche nicht durch die ursprüngliche Entfernung, sondern durch die Geschwindigkeit der Erde repräsentirt ist, es kommt somit zur ersten Kraft eine zweite, ihr gleiche in die Action, welche die Erdgeschwindigkeit beschleunigen muss, ein anderer von der Theorie vergessener Umstand. Die beiden, in zwei aufeinander senkrechten Richtungen agirenden Kräfte geben eine resultante, welche nichts anderes ist, als die Diagonale eines Quadrates; die Geschwindigkeit der Erde wächst somit unmittelbar schon im ersten Moment der Action und wird anstatt $= 1$ sogleich $= \sqrt{2}$, und ihre primitive Richtung wird 45^0 geneigt. Die unausweichliche Folge des Wechsels ihrer Richtung ist, dass die Erde sich im ersten Moment schon der Sonne wirklich genähert hat; nennen wir diesen Moment eine Zeitsecunde; während der zweiten Secunde hat sich die Attraction bereits vergrössert, und der Neigungswinkel zur Sonne fällt nahe auf 20^0 herab. Diese zwei Momente zeigen schon deutlich, dass wenige Secunden hinreichend sind, um die Erde in die Richtung des Anziehungshalbmessers zu bringen und dass sie in die Sonne fallen muss, ob nun die Centrifugalkraft wirkt oder nicht.

Bemerken wir noch einen Umstand, welchen die Theorie gleichfalls vergessen hat; die permanente Action derselben Kraft

so wie diese der Attraction zugeschrieben wird, erzeugt eine beschleunigte Bewegung, wenn somit die Attraction stets mit derselben Kraft auf die Erde einwirkt, deren eigene Geschwindigkeit aber dieselbe bleibt, so muss diese mit jedem Moment acceleriren, bis sie unendlich wird: wenn aber die Action mit dem Quadrat der Annäherung sich vergrössert, so wächst die Acceleration in einer geometrischen Progression.

Nimmt man an, dass die Sonnenanziehung ihre Action auf die Erde in dem Augenblick auszuüben anfing, als diese den Kreis oder die Grenze der Action betrat, so ist dies eine Voraussetzung, dass die Erde ursprünglich in einer unbekannten enormen Distanz von der Sonne in solchen Welträumen sich bewegt hat, in welchen keine Attraction existirt. Es ist wohl einleuchtend, dass diese Action der Sonne noch weit über Neptun hinausreicht; denn erstens ist es möglich, dass sich Planeten noch in einer grösseren Distanz befinden, und zweitens hat ja Laplace bewiesen, dass die Geschwindigkeit der Anziehung unendlich ist; aus diesem Umstande folgt aber, dass sich die Erde weit über Neptun hinaus befunden haben muss, bevor sie in die Sonnenanziehung gelangt ist; setzen wir voraus, dass sie nicht weiter als die halbe Neptunsferne war, also beiläufig 45 Sonnenerddistanzen sich befand, als die Action anfing, — eine Distanz, in welcher sich wohl noch ein Planet befinden kann — was folgt hieraus? Dass die Attraction, die ursprünglich schon der Erdgeschwindigkeit gleich war, sich mit der Annäherung der Erde auf das 2025fache vergrössert hat. Es entsteht nun die Frage, gelangte die Erde auf diese Art bis an die Stelle, welche sie gegenwärtig einnimmt, welcher Ursache kann man es zuschreiben, dass sie da geblieben und nicht weiter, wenigstens z. B. bis zu Mercur vorgedrungen ist?

Wie sind die Planeten, die alle von der Ferne gekommen sind, eben an dem Fleck stehen geblieben, wo sie gegenwärtig sind? So zeigen sich die unausweichlichen Widersprüche, in welche die Theorie verfallen muss. Sagt sie, dass die Sonnenanziehung gleich der Centrifugalkraft, gleich der Erdgeschwindigkeit ist, so hat sie die ursprüngliche Entfernung der Erde von der Sonne schon bestimmt, das heisst, sie beweist, dass die Erde sich ursprünglich schon in jenem Theile des Actionskreises befand, in welchem die Sonnenanziehung gleich jener Kraft ist, welche die Erde in Bewegung versetzt hat; oder was dasselbe ist, die Theorie beweiset, dass die Erde von jeher und immer in der zur Sonne relativen Stellung sich befand, wo sie heute ist. Da dies von allen Planeten gilt, so beweiset die Theorie 1. dass diese ursprünglich schon an ihren heutigen Stellen waren und nicht nöthig hatten, in die Sonnenattraction zu kommen; 2. dass sie ursprünglich schon in einer

Circulation waren, also sich nicht in gerader Linie bewegt haben, und folglich 3. dass ihre Revolutivcurven nicht durch die Sonnenanziehung hervorgebracht sind.

[6.] Die Idee, nach welcher die Attraction eine kreisende, nach der neueren Version eine elliptische Bewegung hervorbringt, ist gehörig weiter gesponnen worden; man findet z. B. in mehreren Büchern Folgendes:

„Ausser der Rotation ist die Sonne noch zwei anderen Bewe„gungen unterworfen. So wie sie nämlich durch ihre Anziehung „die Bewegung der Planeten verursacht, so wird auch die Anzie„hung eines jeden dieser Planeten wieder auf die Sonne zurück„wirken und dadurch den Mittelpunct der Sonne in einer Ellipse „in Bewegung setzen, deren Umfang aber gegen diejenige der „vom Planeten beschriebene Ellipse sich wie die Masse der Pla„neten zu der Masse der Sonne verhält, also ungemein klein wird. „Da dasselbe von allen anderen Planeten gilt, so wird die Bahn „des Mittelpunctes der Sonne eine sehr verwickelte krumme Linie „sein, deren Berechnung aber für uns unnöthig ist, da die Astro„nomen nicht die absoluten Bahnen der Planeten im Raume, „sondern nur ihre relativen in Beziehung auf die Sonne betrach„ten etc.“ *)

Die Berechnung müsste ja leicht sein, aber die Beobachtung des Phänomens dürfte um so schwieriger werden!

Aus der gegenseitigen Anziehung folgt somit ganz consequent, dass die Sonne um den Mittelpunct eines jeden Planeten, Satelliten, ohne Zweifel auch um den Mittelpunct eines jeden Cometen eine Ellipse beschreiben, genau in derselben Zeit als diese Weltkörper ihre siderischen Revolutionen vollenden muss. Ebenso muss ein jeder einzelne Planet, Satellit oder Comet um alle übrigen zu gleicher Zeit eine Ellipse beschreiben. Es ist wahrscheinlich, dass *dieser* Umstand einen gelehrten Astronomen zu der Entdeckung geführt hat, dass die Erde mit dem Mond einen Walzer tanzt. Dieser allgemeine himmlische Tanz wird durch die Attraction in einen wahren Hexentanz umgewandelt, bei welchem die Cometen die Rolle der Besen übernehmen.

Die Sonnenellipsen sind sehr klein! ja es ist ersichtlich, dass in den meisten Fällen nur ihr Mittelpunct im Innern der Kugel sich herumzubewegen braucht, ohne die Sphäre selbst zu incommodiren; unter den Planeten finden sich schon grössere gegenseitige Ellipsen; so z. B. hat die Ellipse, welche die Erde um den Mittelpunct des Mondes beschreibt, eine mittlere halbe grosse

*) J. J. Littrow's Vorlesungen. Wien 1830. Pag. 12. Kaiser, der Sternhimmel. Berlin 1850. Pag. 73.

Digitized by Google

Axe von nahe 1100 Meilen; die Marsbahn um Jupiter ist nahe 2500mal grösser als die elliptische Jupiterbahn *um* Mars. Die bis jetzt beiläufig 80 Stück kleinen Planeten, die sich zwischen den beiden erwähnten befinden, würden unter sich einen ganz artigen Contretanz aufführen können, wenn sie aber von der Sonne angefangen bis Neptun, und noch weiter hinüber, mit allen Körpern des Systems — die Cometen mit eingerechnet — zugleich walzen müssen, so wird es begreiflich, dass sie sehr ermüden, indem sie ihrer ganz geringen Massen wegen lauter sehr grosse Ellipsen beschreiben müssen.

Einen kleinen Umstand scheinen die gelehrten Astronomen vergessen zu haben, dass sie nämlich durch dieses Universal-Umeinanderdrehen, die Circulation *um* den Mittelpunct eines Körpers unmöglich gemacht haben. Drehen sich zwei Körper zugleich, einer um den andern, so circulirt keiner *um* den andern herum, sondern sie kreisen um denselben Mittelpunct, der zwischen ihnen liegt und beschreiben concentrische Kreise, oder wenn es Kepler so will, confocale Ellipsen.

[7.] Welchen Begriff könnte man sich nun machen von der wechselseitigen Anziehung der Weltkörper nach ihren Massen, ohne in das Absurde zu fallen? Dieses Princip oder Gesetz ist wohl schwer anders zu begreifen, als dass man sich vorstellt, wie z. B. zwei Himmelskörper, wie die Erde und der Mond sind, sich beständig zu nähern suchen, und dass die Erde als grössere Masse viel stärker ihren Satelliten anzieht, als sie von diesem angezogen wird; dass mit einem Worte sich diese Körper gegenseitig anziehen um sich zu vereinigen; woraus wieder folgt, dass die Action der anziehenden Kraft, die Neigung der Weltkörper ist, nur eine und dieselbe Masse auszumachen. Dieser einfache Begriff der Wirkung der anziehenden Kraft schliesst aber jede Idee einer Störung aus, und lässt keinen violenten (gewaltthätigen) oder veränderten Einfluss eines Körpers auf den andern zu; er schliesst z. B. jede Einwirkung des Mondes auf die Erde aus, weil die Resultante der beiden Kräfte einzig und allein auf den Mond wirkt. Wenn demnach eine wirkliche Annäherung statt hat, so wird der Mond sich der Erde nähern, aber nicht umgekehrt die Erde dem Monde. Wir werden in der That sehen, dass in Folge der verschiedenen Definitionen es ganz unmöglich ist, dass der Mond durch seine Anziehung und Masse auch nur die geringste Action auf die Erde ausübe.

Wenn die Universalanziehung nach dem Principe der Massen in einer constanten Action ist, so ist auch eine Universal-Commassation unausweichlich; hierin liegt der Grund, warum man der Anziehungskraft eine andere, gleich starke Kraft entgegengesetzt hat,

Digitized by Google

es ist, um die fatale Wirkung zu paralysiren und um einer endlichen Catastrophe auszuweichen, dass man die Vorsicht hatte, die Centrifugalkraft zu Hilfe zu rufen, welche — wie wir gesehen haben mit so gutem Erfolge — die Attraction vernichtet.

Dieser ist eigentlich der sonderbarste Theil der Attractionstheorie; indem man die beiden Kräfte egalisirt hat, konnte man gegen die Gesetze der Dynamik sich eine Resultante verschaffen, welche bald in dem Sinne der einen, bald im Sinne der andern Kraft agirt; was aber fast noch sonderbarer ist, man hat selbst die Natur der Anziehung abgeändert, man hat sie in ein wahrhaftiges *Anreissen* umgewandelt, welches die Himmelskörper von einander zu trennen, zu entfernen sucht; aus dieser sinnreichen Anwendung der Kräfte kann man folgern, dass die Weltkörper nicht suchen sich zu nähern, sondern eine Neigung haben, einander zu fliehen; so verwandelt sich die Sympathie in Antipathie in Folge der allgemeinen Anreissung oder Anzerrung.

Nach der Theorie zieht die Erde so stark den Mond, dass sie einen Theil seines Körpers schon bedeutend verlängert und dislocirt hat, dieser ist die gegen den Planeten gekehrte Seite des Satelliten, und es wird gelehrt, dass, wenn man den Mond *seitwärts* ansieht — was sehr leicht ist, wenn man sich einige zehntausend Meilen von der Erde seitwärts entfernt — so zeigt er sich als ein Pendel oder als eine verlängerte Spindel: woraus ersichtlich ist, dass, wenn die Erde nicht bald aufhört, den Mond so gewaltig an sich zu reissen, die Spindel bald auf ihre Oberfläche kommt. Der Mond seinerseits bleibt der Erde nichts schuldig und zieht, zerrt und reisst an ihr auf alle mögliche und unmögliche Weise; er verrückt den aufgedunsenen Erdäquator, er macht ihre Axe schwanken, er zwingt sie, eine additionelle kleine Ellipse zu beschreiben, und treibt ihre Luft und Wässer durch einander: der Mond macht überhaupt auf die Erde die Wirkung eines Vesicans und zieht an ihrem Körper Blasen auf.

Dass dieses gegenseitige Anreissen nur von üblen Folgen sein könne, ist zu deutlich, und es ist wunderbar, dass sich noch kein Gelehrter an die Entdeckung machte, wie die Abplattung der Erde die natürliche Folge der Mondesanzerrung ist!

[8.] Laplace sagt in seiner Méc. célest. II. p. 369: „Die „Anziehung der Erde fliesst auf die Figur ihres Satelliten ein „und verlängert sie in dem Sinne ihrer gegen diesen Planeten „gerichteten Axe.“

Die Entdeckung geht nicht aus der Beobachtung hervor, sie ist durch die Analyse gemacht, durch dieselbe Analyse, welche bereits den Beweis geliefert hat, dass die Weltkörper so auf einander einwirken, als würde ihre Gesammtmasse in ihrem Mittel-

puncte vereinigt sein; die Analyse hat somit ein schwaches Gedächtniss, wenn sie meint, dass die Erdanziehung den Mondes-Mittelpunct an seine Oberfläche zu bringen sucht und den Mond endlich wie einen Handschuh umkehrt. Ein solcher Erfolg des gewaltsamen Ausreissens könnte dadurch begreiflich gemacht werden, wenn ein gelehrter Astronom sagen würde: „Erde und Mond können in Bezug auf einander als fix betrachtet werden," sind beide Himmelskörper *ruhend*, so kann wohl die 88mal stärkere Erde die Eingeweide des Mondes herausreissen; sind aber die beiden Körper in Bewegung, und es scheint, dass sie mit einer grossen Schnelligkeit sich im Raume fortbewegen, die Erde z. B. bei 30mal schneller als der Mond, so gehört wohl eine übermässige Dosis von Imagination dazu, um sich einzubilden, dass die Figur des Mondes während des Fluges durch die Erdanziehung verändert wird.

Nachdem die neuen Instrumente so stark vergrössern, dass sie den Mond schon auf eine Erdnähe von 100 Meilen bringen, so kann man seine gegen die Erde gekehrte Seite deutlich sehen, und in der That werden die Höhen der grossen und kleinen Berge gemessen. Würde nun die Spindel eine Realität sein, so müsste sie, besonders zur Zeit der Quadraturen, schon durch die Beleuchtung wahrnehmbar gemacht werden.

Laplace sagt in seinem Expos. p. 391, 392: „Würde die „Action Jupiters aufhören, so würden sich seine Satelliten, die wir „in einer bewundernswerthen Ordnung um ihn sich bewegen sehen, „alsogleich zerstreuen, die einen würden um die Sonne sehr ver„längerte Ellipsen beschreiben, die andern würden sich in hyper„bolischen Bahnen unbestimmt entfernen."

Hieraus folgt, dass die Neigung der Satelliten entschieden die ist, sich von ihren Planeten auf ewige Zeiten zu entfernen; da aber ihre Neigung zugleich gegen den Mittelpunct der Sonne ist, und sie sich alle gleich, in derselben Richtung bewegen, so ist es nicht ganz klar, warum die einen Ellipsen und die andern sich Hyperbeln auswählen, die einen bei der Sonne bleiben, die andern sich von ihr entfernen und nicht lieber alle 4 zugleich und ungesäumt um so mehr in die Sonne stürzen, als eben Laplace beweiset, dass die Sonne auf die Planeten und ihre Satelliten so einwirkt, als würden sie in einem Punct vereinigt sein.

Laglace sagt: Expos. p. 187: „Die Satelliten empfinden die„selbe Neigung gegen die Sonne wie die Planeten, wenn der „Mond ihrer Action nicht unterworfen wäre, so würde er, statt „um die Erde eine fast kreisförmige Bahn zu beschreiben, diese „bald verlassen."

Also auch der Mond bemüht sich, der Erde los zu werden! Er wird aber durch die Sonnenanziehung *gegen* die Erde *gedrückt*,

Digitized by Google

damit er um ihren Mittelpunct beinahe einen Kreis beschreibe, und dies trotzdem, dass nach der Bestimmung von Laplace die Sonne keine separate Anziehung auf den Mond ausübt, sondern den Mond betrachtet, als würde er sich in dem Mittelpuncte der Erde befinden. Dieser Umstand scheint jedoch nicht zu hindern, dass die Sonne einen oder den andern dieser Körper auch insbesondere mehr oder weniger anzieht, je nachdem dieser ihr näher kommt oder sich von ihr entfernt. So wird z. B. in den Büchern und in den Schulen gelehrt, dass während der Conjunction der Mond so stark von der Sonne angezogen wird, dass er sich von der Erde entfernen muss, wo hingegen während seiner Opposition die Reihe an die Erde kommt, welche der kräftigen Sonnenanziehung zu Folge sich vom Monde entfernen muss. Auf diese Art wird nun der Mond durch die Attraction der Sonne einmal gegen die Erde getrieben und an ihr festgehalten, das andermal aber von ihr weggetrieben, woraus deutlich hervorgeht, dass die Sonne auf den Mond nicht einwirkt, sondern nur auf den Mittelpunct der Erde! Schade ist es, dass bei der Bestimmung der „Schwerkraft der Erde“ und der Mondes-Fallgeschwindigkeit in Folge der Erdanziehung, der Calcul über die Sonnenaction auf den Mond nicht reflectirt.

Dass aber die Anziehung nicht vom Centrum auf das Centrum ausgeübt wird ist deutlich dadurch bewiesen, dass die Erdanziehung die Figur des Mondes ändert.

Aus der Summe dieser hier aufgezählten harmonischen Ideen folgt, dass der Mond nur eine ganz klar ausgesprochene Neigung hat, und diese ist, sowohl die Erde als auch die Sonne so bald als möglich zu verlassen, wenn sich hiezu eine schickliche Gelegenheit bietet, und dass, um ihn in seiner Bahn festzuhalten, weder die Sonnenanziehung noch die Erdschwere — für sich allein genommen — hinlänglich ist, sondern dass sie vereint auf den Mond einwirken müssen.

Aus diesem Endresultate kann man folgern, dass Sonne und Erde eine gleiche Anziehung auf den Mond ausüben, damit er stets — bei dem Gleichgewichte der Kräfte leicht balanciren könne. Diese Bemerkung kann zu einer rationellen Auffassung der allgemeinen Gravitation führen, welche nur in der Solidarität aller Anziehungen bestehen kann.

[9.] Der Theorie folgend, haben wir bis hieher die Wahl zwischen sich gegenseitig anziehen, um sich zu vereinigen, und sich gegenseitig anreissen, um sich von einander zu entfernen.

Wir haben bereits den Vorgeschmack gehabt, mit welcher Leichtigkeit das Gesetz umgeworfen wird, nach welchem die Anziehung vom Centrum ausgehend auf das Centrum einwirkt. La-

place sagt, Expos. p. 193, 194: „Die Anziehungseigenschaft der „Himmelskörper gehört nicht allein ihrer Masse zu, sondern auch „jedem ihrer Molecule. Würde die Sonne nirgends sonst als auf „das Centrum der Erde wirken, ohne jeden ihrer Theile anzuzie- „hen, so würden hieraus vergleichsohne viel stärkere Oscillationen „im Ocean resultiren, welche zugleich sehr verschieden sein wür- „den von jenen, welche man auf ihm beobachtet: die Schwere der „Erde gegen die Sonne ist somit das Resultat der Schwere aller „ihrer Molecule, welche folglich die Sonne im Verhältniss ihrer „bezüglichen Massen anziehen. Uebrigens wiegt oder drückt „(pèse) jeder Körper auf der Erde gegen das Centrum dieses „Planeten, seiner Masse proportional, er reagirt also auf sie und „zieht sie in demselben Verhältnisse an; wäre dies nicht so, und „wenn ein Theil der Erde, wie klein man ihn immer sich vorstellt, „den andern Theil nicht so anzöge als er von diesem angezogen „wird, so würde der Schwerpunct der Erde in Folge der Schwere „sich im Raume bewegen, was nicht zuzugeben ist.“

„Die Himmelsphänomene mit den Gesetzen der Bewegung „verglichen, führen uns zu diesem grossen Princip der Natur, nach „welchem alle Molecule der Materie sich gegenseitig anziehen „im Verhältniss der Masse und umgekekrt des Quadrates der „Entfernung.“

Diese Darstellung, wie wir es bald näher sehen werden, formulirt sich durch die Anwendung derselben beiläufig folgends: „Jedes Molecul eines Himmelskörpers übt eine Seperataction auf „jedes Molecul eines anderen Weltkörpers aus; die einwirkenden „Molecule suchen sich jene Molecule aus, auf welche sie insbe- „sondere und vorzugsweise agiren wollen.“ Dieses der Attraction geöffnete weite Feld macht alle Arten von Explicationen möglich: so z. B. zieht der Mond jene Theile oder Molecule der Erde, welche ihm als nothwendig erscheinen, um dieses oder jenes Phänomen hervorzubringen. Die Erde in ihrer Reihe macht in Bezug auf den Mond ganz dasselbe. Eben so sucht die Sonne sich gewisse Theile der Erde aus, um auf diese ihre Action auszuüben, je nach ihren Absichten ein Phänomen zu erzeugen. Das einemal ist es die Atmosphäre, die von ihr ausnahmsmeise angezogen wird, ohne sonst noch etwas anderes anzuziehen; ein andermal wählt sie sich die Wässer nach gewissen Localitäten, oder irgend einen erhöhten Theil der Erde. Bei dieser Attraction „nach freier Wahl“ ist bemerkenswerth, dass Sonne und Mond sich einverstehen, das heisst, im Voraus unter sich ausmachen, ob sie beide zugleich oder einzeln, zeitweise und mit abwechselnder Kraft, einmal stärker, dann wieder schwächer — je nach den Umständen — auf die Erde und ihre abgesonderten Theile einwirken sollen. Diese offenbare

Digitized by Google

Conspiration hindert jedoch nicht, dass sie beide nebst den partiellen Molecularanziehungen zu derselben Zeit auch auf den Mittelpunct der Erde so einwirken, als würde ihre Totalmasse dort concentrirt sein!!

Die Sonne wirkt demnach trotz ihrer grossen Ferne nicht ausschliesslich auf den Mittelpunct der Erde, sondern äussert ihre Action nach allen Richtungen der Erdoberfläche bald oben, bald unten, bald seitwärts oder schief, je nach Erforderniss. Die Sonne ist somit nicht zufrieden, dass die Erde einfach jede Secunde gegen ihren Mittelpunct fällt, sie peinigt diese unablässig, ihre Tortur-Werkzeuge gegen ihre separaten Körpertheile oder gegen ihre zarten Molecule richtend.

Diese ist nun die durch die Gesammtmasse gegebene Kraft, welche unabänderlich wie die Masse selbst dieselbe bleibt, dabei aber ihre Action in das Unendliche varirrt, und diese Action wird Gesetz genannt! Die Anziehung kann somit nicht auf das Centrum allein einwirken, da in diesem Falle der Schwerpunct sich im Raume nach den Gesetzen der Anziehung bewegen würde, was nicht zugegeben ist: wirkt aber die Schwere auf jedes einzelne Molecul, so kann sich der Schwerpunct frei bewegen, wie er will, und dies kann man zugeben, ja man muss es als ein Naturgesetz betrachten. Aus diesen Umständen scheint hervorzugehen, dass die Analyse — unter andern — auch den Beweis liefert, dass, wenn die Anziehung nur auf den Mittelpunct wirkt, in welchem alle Molecule vereint sind, so kann sie auf die einzelnen Molecule nicht mehr wirken, was nicht anzunehmen ist.

[10.] Das grösste Gewicht legt die Theorie auf jenes Gesetz, nach welchem die Attraction umgekehrt wirkt, wie das Quadrat der Entfernung zunimmt.

Arago erzählt. „Delambre bemerkt, Kepler glaubte aus Zer„streuung, oder vielmehr durch eine schwer begreifliche Präoccu„pation (Befangenheit), dass die Attraction mit der einfachen „Distanz abnimmt, obwohl er sehr solid aufgestellt hat, dass die „Intensität des Lichtes im Verhältniss der Flächen sich vermin„dert, über welche es sich vertheilt, das heisst im Verhältniss des „Quadrates der Entfernung. So hat Kepler den Ruhm Newton „überlassen, die physische Ursache zu finden, welche fähig ist die „Planeten in geschlossenen Curven bewegen zu machen, und „das Princip der Erhaltung der Welt in die Kräfte zu legen.“ (IV. p. 14.)

Newton betrachtete demnach das Quadratgesetz als ein capitales, und als Grundlage seiner Gesammttheorie. Dieses unabänderliche Naturgesetz muss sich eben so wie die andern vor der Nothwendigkeit beugen, wenn es sich darum handelt, ein Phäno-

men zu expliciren. Man ist darüber einverstanden, dass, wenn es nur thunlich ist, die Attraction nach dem Quadratgesetz agiren könne, und dass man dieses Gesetz nur im äussersten Nothfalle, nur dann übertreten kann und soll, wenn man sieht, dass die Action auf diese Art den gewünschten Erfolg nicht hervorbringt. Diese Noth tritt nun manchmal ein; so muss z. B. die Sonne und auch der Mond nach den Würfeln der Entfernung wirken, um auf der Erde die Meeresfluthen hervorzubringen, zu den atmosphärischen Fluthen gehört aber ein Biquadratgesetz. Die übrigen Störungen können nach dem gewöhnlichen Gesetz gemacht werden. Bei der Production der Wasserfluthen übertrifft die Mondesanziehung jene der Sonne dreifach; die Mondesattraction wächst somit mit seiner Entfernung von der Erde. Est ist während der Syzygien als der Mond von der Sonne abwechselnd angezogen und abgestossen wird, dass unser Satellit das Maximum seiner Action auf die Wässer ausübt, woraus die Umkehrung des Gesetzes folgt, dass nämlich die Anziehung des Mondes mit seiner Entfernung zunimmt.

So ballt sich der Wirrwarr von Schritt zu Schritt und wächst wie die Lawine. Vergebens sucht man ein stabiles Princip, aus welchem ein rationeller Begriff über die Attraction sich ableiten liesse und man muss sich gar nicht wundern, dass diejenigen, die keine Gelehrten sind, sich einer gewissen, an Furcht und Schreck grenzenden Scheu nicht erwehren können, von dieser jedesmal ergriffen werden, so oft von dem furchtbaren Phantom „Universalattraction“ genannt, die Rede ist.

Durch die herzliche Zuneigung für die Ellipse, hat man sich die variablen Distanzen der Planeten von der Sonne, der Satelliten von ihren Planeten eingebildet; mit dem Perihel und dem Aphel hat man zugleich die veränderlichen Geschwindigkeiten in den Bahnen sich imaginirt, und wir haben bereits gesehen, dass die grösste Geschwindigkeit eines Planeten in seiner Sonnennähe ist; die Erde z. B. läuft am schnellsten im Winter, vermuthlich weil es ihr — zu kalt ist.

Der Sinn dieser eingebildeten Variablen ist, dass, je stärker die Anziehung wird, desto mehr wächst die Geschwindigkeit des angezogenen Körpers; das heisst, die Geschwindigkeit nimmt zu, wie die Anziehung, wahrscheinlich auch nach dem Quadrate der Attraction. Diese Meinung ist gleichfalls aus dem Falle der Körper entstanden, denn die Geschwindigkeit der verschiedenen Planeten nach ihren Sonnenfernen, konnte sie nicht begründen. Die Bewegung des fallenden Körpers ist auf der Erdoberfläche durch keine andere Kraft, als durch jene der Erdanziehung hervorge-

Digitized by Google

bracht, wo hingegen die Planeten eine eigene, von der Attraction unabhängige Bewegung haben.

Kommt nun ein Planet in sein Perihel, so hat ihn die Sonne hingezogen, verlässt er das Perihel, so hat ihn die Sonne abgestossen: so übt sich die Polarkraft mit ihrer abwechselnd positiven und negativen Wirkung. Betrachtet man aber mit Aufmerksamkeit die wenigen bekannten Phänomene der Erdanziehung, so gelangt man zu der Einsicht, dass diese Erdattraction jede Bewegung zu hindern trachtet, und dergestalt einwirkt, dass jede Bewegung auf der Erdoberfläche nach und nach sich vermindert und endlich ganz aufhört. Es scheint als würde die Erde eifersüchtig gegen alle Bewegung sein und auf sich keine andere dulden, als ihre eigene, welche alle Theile ihrer Materie zugleich mitmachen müssen. Aus dieser Eigenheit der Erdanziehung sollte man schliessen, dass, indem diese Kraft jede Bewegung stufenweise vermindert und endlich vernichtet, sie auch keine Bewegung — am wenigsten eine accelerirte — erzeugende, sondern ganz im Gegentheile eine zusammenziehende, collective Kraft ist, welche die relative Ruhe herzustellen, so wie auch das allgemeine Gleichgewicht zu erhalten sucht, dass sie mit einem Worte die Kraft der Stabilität ist.

Erhebt man stufenweise seine Ideen bis zur allgemeinen Gravitation, — ein in der That mächtiges Wort — so kann man nicht ausweichen, der Anziehung eine vorzugsweise erhaltende (conservative) Eigenschaft zuzuschreiben, welche das Universum zu concentriren, oder vielmehr zu centralisiren trachtet; welche die Bewegungen der Himmelskörper leitet und regelt, sie unter einander ausgleicht und so möglich macht; welche das Gleichgewicht überall herstellt und in Folge dieses Gleichgewichtes das allgemeine Balanciren oder Gravitiren der Weltkörper bedingt; dass diese Kraft endlich für das Bestehen des Weltalls die einzige Haftung ist. Anstatt sich an diese — friedfertigen — Ideen zu halten, was hat die Theorie aus der Attraction gemacht? Sie hat so lange gedichtet und getrachtet, gegrübelt und herumgesucht, bis sie glücklich entdeckt hat, dass die Attraction zu nichts anderem gut ist, als überall nur Verwirrung und Unordnung zu stiften; sie wirft alles durcheinander, bringt alles aus seinem Geleise, stört beständig und überall etc., und dass sie in Folge alles dieses der Repräsentant der Universalunordnung ist.

[11.] Nach dem Vorhergehenden können wir die „Theorie der Perturbation“ als ein Meisterstück des explicativen Geistes betrachten.

Nachdem man das System von Copernik und die Gesetze Kepler's angenommen hat, ist es überflüssig geworden, die Bewe-

gung der Weltkörper zu studieren, alles war bestimmt und für immer geregelt. Die Planeten und Satelliten müssen sich nach den ihnen vorgeschriebenen Gesetzen in geschlossenen Curven um das fixe Sonnencentrum bewegen. Wenn es ihnen einfällt, sich nicht genau so zu benehmen als sie sollen, so ist dies ein Beweis, dass sie in Folge der Verführung die Gesetze übertreten haben, welche die Attraction auf sie ausübt. Jedes Phänomen, jede Bewegung, welche sich mit dem System und den Gesetzen nicht in Einklang bringen lässt, ist ein Bruch derselben und wird als Unregelmässigkeit, Ungleichheit, Veränderlichkeit, Anomalie, Störung etc. betrachtet. Nun können wir aber fragen, wie kann man das, was regelmässig vor sich geht, für eine Unregelmässigkeit erklären?

Nach der Theorie besteht z. B. die Mondesbewegung aus lauter Unregelmässigkeiten, aus endlosen Anomalien, Ungleichheiten und Störungen, welche mit jedem Monat und genau in denselben Perioden sich sehr regelmässig wiederholen, sich erneuern. Sind die prätendirten Störungen reell, so werden sie das Universum bald zerstören. Die Analyse hat aber glücklicherweise bewiesen, dass die Störungen periodisch sind; ja selbst wenn sie secular sind, sind sie dennoch periodisch; sie hat bewiesen, dass, wenn die Perioden auch auf Hunderte von Jahrtausenden sich ausdehnen, so wird nach Ablauf derselben, die Ordnung dennoch überall hergestellt werden, und die Dinge kehren dorthin zurück, wo sie früher waren. Hier kann man wieder fragen, zu welchem Zweck stört man die Weltkörper, wenn endlich Alles wieder in den ursprünglichen Zustand zurückkehrt?

Im Allgemeinen, zeigt sich ein Phänomen als unerklärbar durch das System und die Gesetze, so ist eine durch die Attraction verursachte Unordnung da. Die zahllosen Veränderungen und Ungleichheiten, welche man an der Mondesbewegung wahrnimmt, sind durch die Sonnen- und Erdanziehung verursacht, welche beiden Anziehungen, je nach den Phänomenen der Mondesbewegung sich modificiren, das heisst, die Sonne und die Erde üben auf den Mond so viele Arten von Attraction aus, als Phänomene zu expliciren sind.

„Es folgt unwiderlegbar, sagt Laplace (Expos. p. 252, und „Méc. cél. III. p. 172 und 256) dass das Gesetz der Universal-„Gravitation, die alleinige (einzige) Ursache der Ungleichheiten „des Mondes ist. Die Analyse gibt die grosse Zahl und die Aus-„dehnung dieser Ungleichheiten eben so gewiss an als die Beob-„achtung selbst.“ *)

*) Auch wir sind der Meinung, dass an all dem Uebel das „Gesetz“ Schuld trägt und dass die Analyse mit der Beobachtung einverstanden ist.

Digitized by Google

„Wenn die Sonne und der Mond allein auf die Erde einwir-
„ken würden, so würde die mittlere Neigung des Aequators zur
„Ecliptik constant sein, aber die Action der Planeten verändert
„beständig die Stellung der Erdbahn, und daraus erfolgt die Ver-
„minderung der Schiefe."

Die Erde ist somit gleichfalls perturbirt, nicht allein durch die Sonne und den Mond, sondern auch durch alle Planeten. Die Beobachtungen sagen zwar nicht, worin diese Störungen bestehen, dafür aber beweisen sie, dass seitdem man die beiden Bewegungen der Erde beobachtet hat, man noch keine Veränderung an denselben bemerkt, sondern dass sie — beide — mit der vollkommensten Regelmässigkeit und einer gleichförmigen Geschwindigkeit vorgehen. Die Präcession der Nachtgleichen, die Versetzung des Perihels und die Abnahme der Schiefe der Ecliptik, haben mit den beiden Bewegungen der Erde nichts gemein. So wie alles, was das Sonnensystem angeht, so sind auch diese drei Phänomene in dem innigsten Zusammenhang und können sich auf die Stellungsänderung der Erde im Raume beziehen, welche wieder die Folge der Versetzung der Sonne und ihres Systems ist; wenn demnach diese drei Phänomene aus den verschiedenen Anziehungen der Weltkörper und aus den so hervorgebrachten Störungen erklärt werden, so liegt hierin der Beweis, dass die sich bewegende Sonne vor den Geometern und Astronomen gar nichts zählt, indem ihre Bewegung jener ihrer Ideen entgegengesetzt ist.

[12.] Die von Newton gegebenen Attractionsgesetze sind, wie wir sehen, eines nach dem andern umgeworfen, vernichtet, wodurch ein Zustand natürlicher Freiheit eintritt, welchen man Anarchie zu nennen pflegt. Es steht nämlich jedem Analytiker frei, zu seinem eigenen Gebrauche Gravitationsgesetze zu machen, unter der einzigen Bedingung, dass die Anziehung auf die Weltkörper störend einwirken soll.

Als Bernoulli — wie alle Welt — sah, dass die grossen Meeresfluthen anderthalb Tage später eintreten, als sie nach der Theorie eintreten sollen, also 36 Stunden nach den Syzygien, so schöpfte er aus diesem Phänomen den Verdacht, dass die Attraction diese Zeit verwendet, um von dem Mond bis zu dem Wasser der Erde zu kommen. Diese Idee, eine Copie der Entdeckung Römer's weiset der Attraction eine Geschwindigkeit von 0·7407 Meilen in der Secunde an, welche somit mehr als 100000mal kleiner als jene des Lichtes ist.

Laplace scheint diese wichtige — aber Bedenken erregende — Frage der Analyse unterworfen zu haben, denn er sagt, dass die Transmissions-Geschwindigkeit der Anziehung 8 Millionenmal grösser ist als jene des Lichtes; dann erklärt er: „wir können ver-

Digitized by Google

„sichern, dass die erste dieser Geschwindigkeiten wenigstens 50 „Millionenmal grösser als die zweite ist;“ endlich heisst es (Méc. cél. IV. 326), dass „die Geschwindigkeit der Schwerflüssigkeit „(Fluide gravifique) mindestens 100 Millionenmal grösser als jene „des Lichtes ist, und dass der Mond diese Geschwindigkeit haben „müsste, um sich der Action *seiner* Schwere gegen die Erde zu „entziehen.“

Die Idee der unendlichen Geschwindigkeit, einer instantanen, oder was dasselbe ist, constanten Wirkung, ist wohl einer Naturkraft würdig. Wie kann man sie aber mit jener Idee vereinigen, nach welcher die Attraction die Luft durchdringen muss, um zu den Erdwässern zu gelangen? nach welcher sie bald auf die Luft, bald auf das Wasser, bald wieder auf die soliden Theile der Erde besonders einwirkt, ohne auf die sphäroidale Erde selbst einzuwirken? nach welcher sie auf die erhöhten Theile der Erde wirkt, ohne auf die Kugel selbst zu wirken; dann wieder umgekehrt, auf das Centrum wirkt, ohne auf die Oberfläche zu wirken, dass sie endlich heute wirkt, morgen aber nicht wirkt, somit zu gleicher Zeit agirt und nicht agirt? etc.

Setzen wir voraus, dass ein grosser Geometer uns versichert, die Geschwindigkeit der Lichtflüssigkeit ist mindestens 8, dann 50 und endlich 100 Millionenmal grösser als jene der Attraction oder der Schwere, würde hieraus folgen, dass er diese beiden Naturelemente auch kennt? Wenn wir sagen, dass die Geschwindigkeit unserer Vision, unserer Sehkraft oder Augenflüssigkeit mindestens 100 Millionenmal grösser ist als jene der Gravitations-Flüssigkeit, so ist dies etwas, wovon Jedermann sich überzeugen kann, indem er die Sterne, deren Licht Tausende von Jahren braucht, um zu uns zu gelangen, in jedem Moment und abwechselnd anschauen, ja die ganze Himmelshohlkugel in wenigen Augenblicken ganz übersehen kann. Dann können wir unsere Leser versichern, dass die Geschwindigkeit der Gedankenflüssigkeit jene des Auges mindestens 100 Millionenmal übertrifft, indem wir uns einige hunderttausend Millionen solcher Sterne hintereinander gereiht denken können, deren jeder um hunderttausend Jahre mehr als der andere braucht, um sein Licht und seine Schwere uns zuzusenden.

Wir haben bemerkt, dass mit dem Begriffe einer unendlichen Geschwindigkeit noch andere Ideen in Verbindung sind. Verbreitet sich die Attraction vom Centrum aus nach allen Richtungen wie das Licht, so ist sie keine collective, sondern eine dispersive Kraft; sie wirkt nicht von Aussen nach Innen, sondern umgekehrt, von Innen nach Aussen, — wodurch sie in Repulsion verwandelt wird. Durch eine Zerstreuung in das Unendliche erschöpft sich

Digitized by Google

die Kraft um so eher, je grösser ihre Geschwindigkeit ist, die Attraction eines Körpers vermindert sich somit schnell und hört endlich ganz auf. So wie man sich ausgelöschte Sonnen vorstellt, muss man sich auch Himmelssphären vorstellen, deren Attraction schon erloschen ist. Man hat sich aber bereits vorgestellt, dass die Attraction der Materie innewohnend ist, und keine ohne die andere gedacht werden könne; hieraus folgt, dass mit der Attraction die Molecule der Materie sich zugleich zerstreuen und die grossen Weltkörper nach und nach sich verflüchtigen und so als Nebel den Weltraum füllen. So wie sie Milliarden von Jahren gebraucht haben, um sich aus dem Nebel zu verdichten, zu consolidiren und zu ballen, so werden sie nach ihrer Verflüchtigung dasselbe Werk von Neuem beginnen, und sich während der nächsten Milliarden von Jahren wieder condensiren, ballen, und wie dies die seculäre Periodicität der Perturbation verlangt, wieder auf ihre früher schon eingenommene Stelle zurückkehren. Die Proportionalität der Anziehung nach den Massen scheint nicht hinlänglich zu sein, die Analogie zwischen Licht und Schwere ganz evident zu machen, indem — wie es Newton annimmt — die ausgelöschten Sonnen wieder angezündet werden von den Cometen, die ihnen ein neues Licht zuführen; ob aber die erschöpfte Schwerkraft gleichfalls von den Cometen ergänzt wird, das hat Laplace nicht gesagt.

Nachdem man, wie wir sehen, auf verschiedenen Wegen zu der vollkommenen Kenntniss der Attraction = Schwere gelangt ist, und die bekannten unwandelbaren Gesetze, nach welchen sie agirt, aufgestellt hat, so konnte man ganz leicht die Bewegung beseitigen und an ihre Stelle ihre Ursache setzen: hiedurch setzte man sich selbst in den Stand, alle Phänomene des Himmels aus der Anziehung deutlich zu erklären.

[13.] Laplace drückt sich in seinem Expos. p. 182, 184 folgends aus:

„In den Himmelsräumen ist es, wo die Gesetze der Mechanik „mit mehr Präcision beobachtet werden; auf der Erde werden „ihre Resultate durch so viele Umstände verwickelt, welche schwer „von einander zu unterscheiden, noch schwerer aber dem Calcul „zu unterwerfen sind. Die Körper des Sonnensystems aber sind „durch immense Entfernungen von einander getrennt und der „Action einer Hauptkraft unterworfen, deren Wirkung leicht zu „berechnen ist, indem sie in ihren bezüglichen Bewegungen nur „durch Kräfte gestört werden, welche klein genug sind, damit „man alle Veränderungen in allgemeine Formeln fassen könne, „welche die Folge der Zeit hervorgebracht hat und im Systeme „noch hervorbringen muss. Es handelt sich hier nicht um unbe„stimmte (vagues) Ursachen, welche der Analyse zu unterwerfen

„unmöglich ist, und welche die Imagination nach Belieben (à son „gré) modificirt, um die Phänomene zu erklären."

„Das Gesetz der allgemeinen Schwere bietet den kostbaren „Vortheil, auf den Calcul zurückgeführt zu werden, und durch die „Vergleichung ihrer Resultate mit den Beobachtungen das sicherste „Mittel darzureichen, ihre Existenz zu constatiren. Man wird „sehen, dass dieses grosse Gesetz der Natur alle Phänomene des „Himmels bis in ihr kleinstes Detail repräsentirt; dass nicht eine „einzige ihrer Ungleichheiten ist, welche nicht mit einer bewun- „derungswerthen Präcision daraus entfliesst, und dass es oft den „Beobachtungen voraus ist, um uns die Ursache mehrerer beson- „derer Bewegungen zu entschleiern, welche die Astronomen wohl „bemerkt haben, aber in Betrachtung ihrer Complication und „ausserordentlichen Langsamkeit durch die Beobachtung allein „nur nach einer gewissen Zahl von Jahrhunderten hätten bestimmt „werden können. Durch seine Hilfe (moyen) ist der Empirismus „gänzlich aus der Astronomie verbannt, welche nun ein grosses „Problem der Mechanik ist, deren willkürliche (arbitraire) Be- „standtheile, die Elemente der Bewegung der Gestirne, ihre Ge- „stalt (Figure) und ihre Massen sind, die einzigen unentbehrlichen „Angaben, welche die Wissenschaft aus den Beobachtungen zu „ziehen hat. Die tiefste Geometrie war nothwendig, dieses Problem „zu lösen und aus ihm die Theorie der verschiedenen Phänomene, „welche uns der Himmel zeigt, abzuleiten."

Mit diesen inhaltschweren Worten hat Laplace seine und aller Geometer innigste, feste Ueberzeugung ausgedrückt, sie enthalten eine grosse Lehre.

Spricht sich eine anerkannte Autorität, ein Laplace, mit der ihm eigenen Würde, Ernst und fester Ueberzeugung aus, so kann man seine Worte erwägen, studierend prüfen, selbe den Anforderungen der Vernunft gemäss zergliedern, wo hingegen, um jenen wunderlichen und oft possirlichen Einfällen — denen man nur zu häufig begegnet — mit Ernst entgegenzutreten, eine Geistesverwandtschaft mit dem Helden des Cervantes nöthig wäre. Wir wollen somit, mit Rücksicht auf die Fortschritte der Beobachtung und insbesondere die sich bewegende Sonne im Auge behaltend, die sacramentalen Worte von Laplace näher betrachten.

a) Die Phänomene des Himmels sind — ihrer Einfachheit wegen — viel leichter aufzufassen und zu erklären, als jene, welche uns auf der Erde umgeben.

Es ist begreiflich, dass es bei weitem schwerer sein würde eine vollständige analytische Theorie der Seifenblase zu geben, als ein Weltsystem aufzustellen. Die Analyse ist allmächtig auf den Himmel, ohnmächtig auf der Erde; die Gesetze der irdischen

Digitized by Google

Mechanik lassen sich am Himmel deutlich wahrnehmen, auf der Erde sind sie unbrauchbar.

Die zur Ueberzeugung gewordene Ansicht, dass die Himmelserscheinungen so einfach und leicht fasslich sind, ist ziemlich verbreitet und wird von Vielen gehörig ausgebeutet: es gesellt sich noch eine andere Ueberzeugung hinzu, nach welcher die Astronomen ganz und gar nichts vom Himmel und dessen Mechanik wissen, die Folge davon ist, dass von Zeit zu Zeit starke Geister emporsteigen, die ohne alle Veranlassung sich die unschuldige Freude verschaffen, um ein kleines Universum nach ihrem grossen Maassstabe zu componiren. Woher kommt aber diese Leichtigkeit alles zu wissen? Die Kräfte, so auch die einzige Kraft, welche das Weltall beherrscht, lässt sich dem Calcul unterwerfen!

Als er von der Versetzung des Sonnensystems im Raume und von den Epicycloiden spricht, erkennt Laplace, dass die Bewegungen der Weltkörper „sehr complicirt sind." In der That nimmt diese Complication riesenhaft und progressiv zu, je tiefer des Menschen Geist seine Blicke richtet, bis es endlich dem Kopf des armen Menschen zu schwindeln anfängt. Sie haben sehr recht die Geometer, sich an diese Complication nicht zu wagen, der erste Versuch würde schon ihre so süsse Illusion vernichten und Laplace hat klug gehandelt, die Sonnenbewegung als eine überflüssige Nebensache zu beseitigen und sich an Copernik's System zu halten. Die geschlossenen Ellipsen um die fixe Sonne und ihre unveränderlichen Ebenen lassen sich so leicht calculiren!

Wir fragen aber, zu welchem Zwecke hat man die anstrengenden Arbeiten fortgesetzt und unsterbliche Werke verfasst, wenn die Dinge — wie man dies wohl weiss — nicht so sind? Zieht man das Ideale dem Realen vor, so stellt man eine ideale Wissenschaft auf ohne etwas vom Himmel zu kennen, die aufgestellte Wissenschaft aber wird ein Spiel der Phantasie und dient, um sich in dem — Calcul zu üben.

b) Die Action der Hauptkraft, der Weltanziehung, ist leicht zu berechnen. Es ist nicht die Action der Kraft, welche man leicht berechnet, sondern die Vorstellung, die willkürliche Annahme nach dieser Vorstellung. Noch hat es keinen Gelehrten gegeben, der einen die Vernunft befriedigenden Begriff über die Attraction aufgestellt hätte; dass diese Naturkraft nicht gekannt sein kann, ist wohl unnöthig immer und immer zu wiederholen. Die Ideen somit, welche man sich von ihr gemacht, zeigen auf keine feste, geregelte, harmonische Bewegung des Gedankens, es ist das unstäte Flattern des Papillons; ein scheinbar guter oder wichtig scheinender Einfall wird festgehalten und als Resultat der Forschung vorgestellt.

Aus den Werken von Laplace, ja schon aus den häufigen Citationen, welche wir aus ihnen machen, ist es ersichtlich, dass dieses Genie von der „Natur der Anziehung“ sich keinen klaren Begriff gemacht hat. Unter seinen Sätzen — möge man sie Resultate der Untersuchungen oder Determinationen nennen, gleichviel — finden wir jenen, nach welchem die „Sonne auf die Erde und den Mond gleich einwirkt“ vor allen anderen hervorragend und werth, dass man mit Consequenz fest an ihm halte. Durch die Bewegung der Sonne ist es klar geworden, dass sie auf alle zu ihrem Systeme gehörigen Körper auf dieselbe Art und genau gleich einwirkt, indem alle Planeten mit ihren Monden ihre relativen Entfernungen von ihr beibehaltend, ihr überall nachfolgen. Man könnte somit nach der hergebrachten Locution sagen, dass „die Sonne auf ihr System so einwirkt. als würden alle zu diesem gehörigen Weltkörper in einem und demselben Centrum vereinigt sein.“

Dieser Umstand versetzt aber den Todesstoss der Attractions-Theorie, denn Massen und Entfernungen fallen zugleich weg. Hieraus folgt aber rationell, dass die Planeten auf ihre Monde gleichfalls eine Anziehung ausüben, indem diese mit Beibehaltung ihrer relativen Entfernung ihnen überall nachfolgen. Die Satelliten befinden sich somit zwischen zwei Anziehungen, jener der Sonne und jener ihres Planeten. Ein weiteres Nachdenken führt zu der Ansicht, dass diese beiden Attractionen gleich sein müssen, d. h. es muss ein Gleichgewicht beider Kräfte eintreten, um die gleiche Entfernung sowohl des Mondes von seinem Planeten, als auch seine freie Circulation möglich zu machen. So folgt z. B. der Mond der Erde in ihrer Bahn, er folgt mit der Erde zugleich der Sonne. Auf diese Art bilden kleine Systeme ein Ganzes.

Was nun Laplace von Jupiter und seinen Satelliten sagt — in der Voraussetzung, dass die Attraction des Planeten aufhört — gilt eben so gut für die Erde und man könnte fragen, was mit dem Mond geschieht, wenn die Erdanziehung aufhört? Wir bemerken, dass das Wegdenken der Attraction, das Wegdenken des Weltkörpers ist; denkt man die Sonnenanziehung weg, so hat man die Sonne selbst weggedacht; denkt man die Sonne weg, so hat man ihr System und so fort, endlich auch das Weltall weggedacht.

Hört nun die eine der Anziehungen auf, so bleibt die andere; ist der Mond von der Erde nicht angezogen, so wird er noch fortfahren der Sonnenanziehung zu folgen, oder wenn diese — wie man sie sich eben vorstellt — zu stark ist, sich mit der Sonne vereinigen. Nun sagt aber Laplace: „würde die Sonnenanziehung aufhören, so würde der Mond die Erde verlassen.“

Dieser Satz oder diese Idee ist nun nicht mehr in Harmonie mit der ersteren, ja sie ist mit ihr im Gegensatz. Hört die Sonnen-

Digitized by Google

anziehung auf, so bleibt jene der Erde, ist das Gleichgewicht der Kräfte aufgehoben, so wirkt die Erde mit ihrer Gesammtkraft allein auf den Mond und das wahrscheinliche Resultat ist dass der Mond, anstatt die Erde zu verlassen, sich mit dieser vereinigt.

c) Man hat sich in dem Glauben bestärkt, dass man die Attraction wirklich kennt, nachdem Newton ihre Gesetze *entdeckt* hat. man hat sich entschieden zu der Vorstellung gewendet, dass die Anziehung eine bewegende und zugleich störende Kraft ist, welche die Ungleichheiten in den Bewegungen der Himmelskörper verursacht. So betrachtet, ist sie eine inconsequente Kraft, da sie dieselbe Bewegung modificirt, welche sie hervorgebracht hat und weil sie sich selbst sowohl in Grösse als in Action verändert. Wahrscheinlich ist dies der Grund, warum sie allein hinreicht alle Himmelsphänomene zu erklären?

Dieses Wort „Alles" ist ein Austausch, eine Verwechslung mit dem Worte „Nichts," denn in der That *erklärt* wird durch die Attraction gar nichts, bewiesen aber alles.

Hier zeigt sich ein Umstand, der die späte Nachwelt in Erstaunen setzen wird. Die Astronomie beobachtet weder die Kräfte und ihre Action, noch die Ursachen der Wirkungen; sie beobachtet und berechnet die Bewegung, das einzig fassliche Phänomen, welches sich ihr zeigt, von welcher aber alle Uebrigen mehr oder weniger, direct oder indirect abhängen. Als Wissenschaft der Beobachtung kann die Astronomie sich mit der Aufsuchung der Ursachen nicht befassen, diese Arbeit gehört dem stets sich bewegenden Geiste an, der, ohne Rücksicht ob ein Resultat keraus-kommt oder nicht, seinen Weg verfolgt. Daher ist der theoretische Theil der Wissenschaft — die betrachtende Astronomie — nie zu verwechseln mit jenen practischen Studien, welche sich in das Unendliche fortsetzen können, ohne dass der Mensch jemals zur Kenntniss des Weltalls und seiner Mechanik gelangt.

Die geometrische Mechanik ist aber viel zu ungeduldig um das Ende der Welt abzuwarten, darum wendet sie sich alsogleich an die Ursachen selbst; darum hat sie sich der Universalkraft bemächtigt und die Bewegung als ein zu einfaches untergeordnetes Ding, das überdies noch halsstärrig genug ist, sich der Analyse nicht unterwerfen zu wollen, ganz billig und einfach beseitigt. Dies nennt man „von den Ursachen auf die Wirkungen herabzusteigen." Kennt man die Ursachen, und wie wir sehen kennt man sie vollkommen, so folgt das übrige von selbst und die Wirkungen müssen so sein, wie dies der Calcul macht.

Das „Eindringen des Menschengeistes in die Geheimnisse der Natur," besteht demnach darin, dass man diese Natur lehrt, wie sie sich zu benehmen hat; die Rollen sind gewechselt, es ist nicht

der Mensch, der sich durch das Studium der Himmelserscheinungen zu unterrichten trachtet, es ist der Himmel, der die Gesetze, nach welchen er sich zu verhalten hat, von den Geometern entgegennimmt.

Sie hatten recht die Geometer, sich von den Astronomen zu trennen, zu unterscheiden, denn sie haben die allerhöchste Wissenschaft, die Himmelsmechanik auf die aller profundeste Geometrie aufgebaut: hätten sie nicht so weise gehandelt, so könnte man fragen, wo die Nothwendigkeit war, der Bewegung die Kraft zu substituiren, wenn die Bewegung die Kraft repräsentirt, also die Kraft selbst ist? Das bei Seite setzen der Bewegung, welche „ihre Natur" selbst erklärt, ihre Phänomene durch die eingebildete Action einer unbegreiflichen Kraft erklären zu wollen, ist das Umstürzen des regelmässigen Ideenganges. Hierauf ist die stereotype Antwort: „die Bewegung will sich der Analyse nicht unterwerfen."

d) Wenn Laplace sagt, „dass es sich hier nicht um vage Ursachen handelt, welche der Analyse zu unterwerfen unmöglich ist, und welche die Imagination nach Gutdünken modificirt um die Phänomene zu erklären." so klingt dies wie eine bittere Ironie, denn es ist von Wort zu Wort, es ist buchstäblich wahr, dass die Geometer, um die Phänomene zu erklären, alle Gesetze der Attraction nicht nur nach ihrem Belieben modificirt, sondern selbe vollkommen vernichtet haben.

Was hat Laplace veranlasst, das so beliebte Quadratgesetz umzustossen und in seiner Theorie der Fluthen die Attraction nach dem Würfel der Entfernung agiren zu lassen? Die Nothwendigkeit der Explication des Phänomens. Wir fragen aber, was ist das für ein Naturgesetz, was für eine grosse Naturkraft, welche sich selbst ändert, oder verändern lässt? Kann man die Zeit, den Raum, die Masse, das Volum etc. verändern? Warum nicht? wenn man analysirt, kann man alles thun.

Ein analytisches Resultat ist der Beweis des Phänomens. Dies ist das Credo der Geometer; es ist die Analyse allein, welche alles erklärt, und nicht die Attraction. Wenn aber die Allmacht der Analyse alle Mirakeln producirt, so bedarf sie auch der Attraction nicht, und kann dieser was immer substituiren; sie kann z. B. durch die Centrifugalkraft, durch die strahlende Wärme, durch verschiedene Polarkräfte, durch die Repulsion der Sonnenlichtstrahlen, durch den compulsiven Ethèr etc., oder was auf dasselbe hinauskommt, durch irgend eine abstracte oder fixe Idee sie vertreten lassen; wenn man diese so einwirken lässt, als man dies von der Attraction verlangt, so werden die Resultate des Calculs ganz genau dieselben sein. Vor der Analyse sind sich die Realität und die Einbildung vollkommen gleich.

Digitized by Google

Es gehört zu den menschlichen Schwächen, dass man den Instrumenten und Maschinen, die man selbst erfunden und construirt hat, eine Art von Macht und Eigenschaften zumuthet, welche sie nicht haben können, somit ihren Werth überschätzt. Die mathematische — vielleicht geometrische? — Analyse ist z. B. häufig so beschrieben, als würde sie an Macht selbst jenen Gedanken übertreffen, welcher sie erzeugt hat; sie wird dem Laien so vorgeführt, dass diesem der Calcul des Unendlichen als ein den intelligenten Menschen weit überragendes Wesen erscheint, eine Species Geist, der alles sieht und alles weiss, die Vergangenheit wie die Zukunft kennt, der aber seine Orakelsprüche nur demjenigen sagt, der ihn gut befragen kann. Der Laie hat somit die Empfindung, dass die Antworten des Orakels oder des Gespenstes im Verhältniss sind zu den an ihn gerichteten Fragen; erweitert der Laie seine Empfindung, so gelangt er zur Kenntniss, dass die Worte des Orakels ganz unverständlich, ein wahres Abracadabra werden, wenn die an ihn gerichtete Frage nicht nach — seinem Geschmack ist.

Der Laie möge sich einstweilen beruhigen; seitdem die Geister sich in die rückenden Tische zurückgezogen haben, geht in der geometrischen Analyse — alles natürlich zu.

e) Nach der Ueberzeugung der Geometer ist die Astronomie nur ein Corollar der Mechanik, ein Problem, so wie das Universum nur eine analytische Function ist. Diese Mechanik aber ist selbst noch nicht stark genug, ihre Füsse sind schwankend, ihr Gang unstät; sie war noch nicht auf der Welt, als Hipparch mit geringen Mitteln Beobachtungen, Entdeckungen und Bestimmungen gemacht hat, welche heute noch, nach mehr als 2000 Jahren als ganz genau erkannt sind. Die Mechanik wird uns über den Himmel keine Auskunft geben.

Wenn Laplace gemeint hat, dass die Himmelsmechanik keine Astronomie ist, so muss man wohl mit ihm einverstanden sein; wenn aber die Mechanik von der Astronomie nichts zu leihen nimmt, wenn sie selbst nichts beobachtet, so besteht sie nur aus einigen Begriffen und Voraussetzungen, welche in Action gesetzt, durch den Calcul sich formuliren; woraus dann folgt, dass sie keine Wissenschaft ist.

War ihre Aufgabe, für den Himmel Gesetze zu machen, denen die Weltkörper gehorchen müssen, so hat sie diese treu gelöst, und hat somit auf Erden nichts weiter zu thun — sie ist auf ewig „geschlossen."

Sie entlehnt von der Astronomie „nur die unerlässlichen Angaben." Wenn sie mit den Elementen der Bewegung der Himmelskörper, mit ihrer Figur und Masse zufrieden ist, so werden

Digitized by Google

ihre Resultate nicht besonders ausfallen, denn von diesen — unentbehrlichen — Dingen weiss die Astronomie selbst blutwenig. Wir aber haben die Entdeckung gemacht, dass die Mechanik oder — ihre Repräsentanten — die Geometer, eigentlich die *Resultate* der Astronomen, vorzugsweise aber ihre numerischen Bestimmungen nothwendig brauchen, um die nämlichen Zahlen herauszubringen. Uebrigens kann die Analyse ohne Anlehen nicht leben, indem sie selbst improductiv ist; nachdem sie aber Alles beweist, so könnte sie auch beweisen, dass sie eine Maschine ist, die sich selbst alimentirt.

f) Die Analyse bestimmt die Phänomene eben so genau als die Beobachtung selbst, ja sie geht dieser voraus. Ihre Resultate sind erstaunlich gewiss!

Laplace sagt: (Méc. cél. III. p. 179.) „in Betracht der Com„plication der successiven Annäherungen und der Präcision der „neueren Beobachtungen, sind die meisten Mondesungleichheiten „bis jetzt besser bestimmt durch die Beobachtung, als durch die „Analyse."

„Indessen würde es für die Vervollkommnung der astrono„mischen Theorie nützlich sein, dass alle Tafeln aus dem einzigen „Princip der allgemeinen Schwere entfliessen und von der Beob„achtung nur die unentbehrlichen Angaben entnommen würden etc., „denn welche Präcision man immer in die Calculs bringt, so wer„den die Bewegungen der Knoten und der Perigée, durch die Be„obachtungen jedesmal besser bestimmt."

Das „Vorausgehen der Beobachtungen" bezieht sich auf die Perturbationstheorie, welche voraussagt, in wie viel hundert oder tausend Jahren eine Veränderung, d. h. ein Wechsel eintritt, und die Dinge wieder in ihr früheres Geleise kommen. Nun kennt aber die Beobachtung noch keine seculären Störungen, welche aufgehört hätten, und die Dinge in ihren ursprünglichen Zustand zurückgekehrt wären. Wenn die Astronomie eine hinlängliche Quantität solcher rückkehrenden Perioden — nach ihrem Ablauf — constatirt haben wird, so kann man dann sagen, dass die Analyse richtig prophezeit hat, bis dahin hat sie aber vollkommen Recht.

g) Selbst wenn die Attraction gekannt sein würde, könnte sie nicht hinlangen, alle Phänomene des Himmels erklären zu helfen. Wir haben gesehen, dass die Phänomene, die mit unserer Vision, (Perspective) mit der Atmosphäre und dem Lichte in Verbindung sind, mit der Anziehung nichts gemein haben; mit einigem Nachdenken muss man erkennen, dass die eigene Bewegung der Weltkörper von ihr unabhängig ist. In der That ist die Doppelbewegung der Weltkörper, ihre Rotation und Translation, nach der allgemeinen Ansicht, Folge einer ursprünglichen Impulsion, einer

Digitized by Google

für immer unbekannten, unbegreiflichen Kraft. Wohlan, die inerte Materie, unfähig die erhaltene Bewegung zu ändern, muss ihre ursprüngliche Geschwindigkeit und Richtung für alle Ewigkeit beibehalten; somit ist die Bewegung der Weltkörper, so wie auch die Dauer ihrer sogenannten Revolution, ohne den Einfluss, ohne Dazwischenkunft der Attraction bestimmt worden.

Nur der Mangel an Studium einerseits und die vorgefasste Meinung — vielmehr Einbildung — andererseits konnten die falsche Ansicht erzeugen, nach welcher der Attraction imaginäre Wirkungen zugeschrieben werden.

Man kann aber annehmen, dass sie einen gewissen Einfluss auf die Bewegung ausübt und vielleicht die Bahnen und die Figur derselben definitiv regelt. Aus diesem Umstande kann man ferner offenbar schliessen, dass der Hauptgegenstand der Astronomie stets diese ursprünglichen Bewegungen bleiben, und dass ihre Studien vorzüglich auf diese gerichtet sein müssen, ob sie nun durch die Attraction bereits modificirt sind, oder ob der Einfluss derselben Veränderungen herbeiführt. Wir haben somit die Wahl zwischen zwei Ansichten, welche in Bezug auf das Sonnensystem sich folgends ausdrücken lassen.

1. Ist die definitive Gestaltung der Planetenbahnen das Werk der Sonnenanziehung, und sind diese Bahnen so geregelt, dass man sie für invariabel anerkennen kann, so hat der fernere Einfluss der Attraction auf die Bahnen — in Grösse und Figur — aufgehört, und beschränkt sich darauf, das einmal Geordnete zu erhalten. Dies wäre der Sinn, nach welchem die Stabilität des Systems durch die Attraction gewährleistet ist.

2. Verbinden wir mit der constanten Action der Sonnenanziehung eine permanente Einwirkung auf die Figur und Grösse der Bahnen, so fällt die Idee eines bereits Geordneten consolidirten Zustandes weg, und es tritt die beständige Veränderlichkeit auf, das heisst, die Modification der Bahnen setzt sich in das Unendliche fort.

Können die auf diese Umstände sich beziehenden Phänomene durch die Beobachtung nicht erkannt, nicht constatirt werden, so ist es klar, dass die Theorie zu keinem brauchbaren Resultate führen kann. Hieraus kann man einfach schliessen, dass die Erklärung aller Himmelsphänomene durch den Calcul sich den hyperbolischen Figuren anreiht.

Die Idee, nach welcher die periodischen Veränderungen sich ausgleichen, dass z. B. die Abnahme nach einer gewissen Zeit sich in Zunahme abändert, ist in Bezug auf lange Perioden weder auf Beobachtungen, noch auf Analogien gegründet. Ja es ist rationell sich vorzustellen, dass in der grossen Natur nur ein ewiges Vor-

Digitized by Google

schreiten, eine ununterbrochene Transition waltet, und nie von einem *Zurück* die Rede sein kann.

[14.] Man kann Laplace als das incarnirte Genie des Calculs betrachten; die mathematische Analyse ist sein Element, so wie die höheren Regionen der Erde und ihrer Luft das Element des Adlers sind. Er lässt keine wichtige oder auch nur wichtig scheinende Frage ohne Untersuchung; sein unermüdeter Geist sucht überall durchzudringen und rastet so lange nicht, bis er zu einem Endresultate gelangt. In dieser Beziehung ist Laplace unvergleichlich. Aus seinen colossalen Arbeiten und monumentalen Werken kann man schliessen, dass Niemand besser als er alle die Schwierigkeiten kannte, welche sich vor demjenigen aufthürmen, der sich mit der Aufsuchung von Ursachen ernstlich befasst.

Seine auf eine grosse Erfahrung begründete Ansicht, dass die Himmelsphänomene weniger complicirt und leichter dem Calcul zu unterwerfen sind als jene, welche auf Erden sich zeigen und uns gleichsam umgeben, kann uns zur näheren Aufklärung dieses Umstandes führen.

Auf der Erde befinden wir uns inmitten der uns umhüllenden Schwierigkeiten, wir begegnen ihnen überall; ja man könnte sagen, dass die Difficultäten uns auf eine Art pressen, umklammern, dass wir ihnen nicht entkommen können und ihr Dasein auch erkennen müssen, während die Himmelsobjecte viel zu entfernt von uns sind, als dass wir den Druck der Schwierigkeiten, welche sich auch dort gleichfalls vorfinden, empfinden würden. Mit andern Worten, die Difficultäten des Himmels sind zu entfernt, wir können sie nicht wahrnehmen, und hieraus schliessen wir dann, dass sie gar nicht vorhanden sind.

Die Verkettung der Ursachen und ihrer Erfolge ist unabänderlich dieselbe; sei es dass wir die verschiedenen und zahllosen Phänomene als Producte aller vereinten Naturkräfte, oder als durch eine einzige Naturkraft hervorgebracht ansehen, welche alleinige Kraft sich in das Unendliche modificirt. Der innige Verband und die Unzertrennlichkeit aller Naturerscheinungen wird begreiflich, wenn wir erkennen, dass in ihrer Manifestation die grosse Natur *eine* ist.

Eben dieser Zusammenhang und diese Vereinigung verschiedener Ursachen, welche zur Production eines Phänomens beitragen, ist es, was die Untersuchung erschwert: sie lassen sich nicht trennen, nicht von einander unterscheiden, sie lassen uns keine Wahl und nöthigen uns gleichsam sie als Einheit zu nehmen; wir müssen die Phänomene betrachten, als würden sie von einander unabhängig, als würden sie einzeln und isolirt durch die Kräfte hervorgebracht sein.

Digitized by Google

Die Mechanik hat sich für eine einzige Kraft entschieden, welche, sich selbst umwandelnd, die Verschiedenheit in den Himmelserscheinungen hervorbringt; wenn auch diese Anschauung nur auf das Sonnensystem, einen sehr kleinen, den Beobachtungen zugänglichen Theil des Weltalls, sich bezieht. Die Theorie erkennt aber die unausweichliche Verbindung der Himmelsphänomene, woraus folgt, dass, wenn sie von einem einzigen Principe ausgeht, ihre Erklärungen einen entschiedenen Character, denselben Stempel an sich tragen müssen; sie müssen eine allgemeine Auflösung aller Phänomene zulassen, ohne dieselben von einander zu trennen. Die Theorie hat sich von diesem Grundsatze entfernt, sie hat die Phänomene nicht allein isolirt, sondern auch solche von einander getrennt, welche ihrer Natur nach derselben — nicht modificirten — Ursache angehören; sie hat selbst dasselbe Phänomen in zwei oder mehrere getheilt und verschieden erklärt.

Wir haben uns ernstlich gefragt, welches das eigentliche Wesen jenes grossartigen Werkes ist, welches Laplace schuf und mit dem Namen „Mechanik des Himmels“ bezeichnete? Es ist wohl einer Aufforderung ähnlich, sich über die Bedeutung des Titels Aufklärung zu verschaffen. Der emsige Student findet:

Dass die Planeten und ihre Satelliten sich nach dem System von Copernik und nach den Gesetzen Kepler's bewegen. Dass folglich die Planeten um den Mittelpunct der fixen Sonne geschlossene Ellipsen beschreiben und sich in deren invariablen Ebenen bewegen. So die Satelliten um ihre Planeten.

Dass die Cometen machen, was sie wollen. Sie können sich in einem nach ihrer Wahl beliebigen Kegelschnitt bewegen und sich die Sonne aussuchen, welcher sie sich nähern wollen. Es steht ihnen frei, sich im Reiche der uns belebenden Sonne niederzulassen, dann aber müssen sie sich den Gesetzen Kepler's unterwerfen.

Dass die Attraction nur Störungen und Ungleichheiten hervorbringt, tägliche, periodische und seculäre; dass sie aber die Störungen ausgleicht, um sie von Neuem wieder hervorzubringen. Dass Alles dieses mit der grössten Präcision berechnet und mit Evidenz bewiesen ist.

Unter den Geometern und Astronomen ist Laplace ein Riese. Die relative Grösse der Menschen unter sich mag für Viele die Hauptsache sein, wir haben sie nicht zum Gegenstande unserer Anschauung gewählt. Wir haben uns aber die Frage gestellt: weiss der Mensch, kann er überhaupt etwas wissen über das Weltall und dessen Mechanismus? Wir fanden, dass er von diesen Dingen absolut nichts weiss und auch nichts wissen kann. Er kann aber — je nach seiner Seelenstärke ahnen, dass etwas Unaussprechliches da ist, dessen Unendlichkeit er nicht zu fassen

Digitized by Google

vermag, und dessen Anblick, wenn er es näher sehen könnte, ihn augenblicklich vernichten würde. Wir haben uns ferner die Frage gestellt: unter welchen Bedingungen kann der Mensch zu einigen annähernden Kenntnissen gelangen über den kleinen, für ihn sichtbaren Theil des Himmels, oder doch über das System, welchem sein Wohnort zugehört? Wir sind bei dem Resultat stehen geblieben, dass dies nur durch ein stetes Beobachten der Erscheinungen und durch ein anhaltendes Studium des Beobachteten möglich ist. Wir haben endlich, mit sehr vielen Andern in Gesellschaft, die Entdeckung gemacht, dass Ideen, wenn sie auch als gut erscheinen, noch immer keine Kenntnisse sind, und dass die Imagination allein eine positive Wissenschaft nicht erweitert.

Wir können nun näher in Augenschein nehmen, wie die Theorie die Erscheinungen der Bewegung aus der Attraction erklärt.

DIE THEORIE DER PRÄCESSION.

[15.] Wir haben dieses einfache und an sich deutliche Phänomen bereits kennen gelernt. Der Geschichte nach hat es Hipparch zuerst beobachtet, also auch entdeckt, er hat es numerisch bestimmt: seither ist es für Jedermann beobachtbar geworden.

Dem astronomischen Sprachgebrauche nach versetzt sich die fixe Sonne unter den Sternen und durchwandert während des Jahres verschiedene Constellationen. Die fixe Sonne beschreibt jährlich einen grossen Himmelskreis, Ecliptik genannt, welche somit die verschiedenen Constellationen mit durchwandert. Zur Zeit, als die Sonne um die Erde circulirt hat, war die Ecliptik die Sonnenbahn; nach denjenigen astronomischen Autoren, die anachronistischen Anfällen unterworfen sind, ist die Ecliptik auf dem einen Blatt des Buches die Sonnenbahn, auf dem andern die Erdbahn, später aber einfach ein grosser Himmelskreis, in welchem die — Eclipsen vorgehen. Seitdem Copernik die Sonne fix gemacht hat, ist die Ecliptik definitiv entweder die Erdbahn oder die scheinbare Sonnenbahn, oder aber der grosse Himmelskreis geworden: aus der klaren Definition dieses astronomischen Wunderdinges geht hervor, dass es gegenwärtig die Erde ist, die sich zwischen den Sternen versetzt und verschiedene Constellationen durchwandert, um zugleich einen so grossen Himmelskreis zu beschreiben, der, von dem nächsten Stern angesehen, als ein unbeweglicher Punct erscheint!

Die Himmelsgegend, in welcher die Sonnenerdbahn liegt, haben die Alten den Thierkreis genannt, indem die 12 Constella-

Digitized by Google

tionen, deren jede der Reihe nach 30⁰ enthaltend, von der Sonne während eines Monates durchgelaufen wird, grösstentheils aus Thieren bestehen. Die 12 Himmelszeichen sind nach dem Lauf der Sonne gerichtet und gezählt; den Anfang macht der Widder; wenn die Sonne in seine Constellation tritt, so ist auf der ganzen Erde Frühjahr, — ausgenommen einige Orte, an welchen ewiger Winter ist. Das astronomische Jahr fängt mit dem Frühling an. Hat die Sonne ihren Kreis beschrieben und kommt wieder in den Frühlingspunct zurück, so hat während dieser Zeit die Erde eine ihrer tropischen Revolutionen vollendet.

Dieser Thierkreis scheint sich zu versetzen, denn heutzutage befindet sich die Sonne im Frühjahre nicht mehr im Widder, sondern in den Fischen, also in dem allerletzten der Zeichen. Somit hat seit Hipparch der Zodiac sich bei 30⁰ versetzt und seine Bewegung ist *direct*, sie ist im Sinne der Erdrotation, im Sinne der jährlichen Bewegung der Sonne; sie ist aber auch retrograd, denn die Zeichen gehen rückwärts. Wenn nun der Thierkreis diese Bewegung gleichartig fortsetzt und jährlich einen Bogen von 50″209 beschreibt, so wird er in 25812·1 Jahren einen ganzen grossen Himmelskreis beschrieben haben.

Dieses Phänomen besteht in seiner eigentlichen Grösse darin, dass die ganze Himmelssphäre, welche während des Jahres sich in einer der Rotation entgegengesetzten Richtung einmal umzudrehen scheint, in derselben Zeit eine kleine conträre Bewegung macht, deren Folge die Versetzung des Frühlingspunctes oder die jährliche Zunahme der Rectascension fast aller Sterne ist. Der Bogen von 50″209 ist in Zeit verwandelt = 3″347, und um diese Zeit nimmt jährlich die Rectascension gewisser Sterne zu; eben diese Zeit braucht ein Punct der Erdoberfläche, um durch die Rotation einen Bogen von 50″209 zu beschreiben.

Indem wir zu diesem Gegenstand bei den Sternbeobachtungen zurückkommen, so genüge es hier zu bemerken, dass die Astronomen eine allgemeine Präcession aufgestellt haben, und dass aus ihren Vorträgen hervorzugehen scheint, dass die Aenderung der Rectascension für alle Sterne dieselbe ist. Nebst dieser Aenderung der Geradaufsteigung der Sterne ist auch ihre Declination jährlichen Veränderungen ausgesetzt; die dem Pole nahen Sterne entfernen sich von diesem oder nähern sich ihm; man hat den Zusammenhang dieser beiden Aenderungen erkannt und daraus geschlossen, dass die Erdaxe sich jährlich versetzt und einen Kreis um den Pol der Ecliptik in 25812 Jahren beschreibt, dessen Durchmesser beiläufig 47⁰ hat.

Was das Vorrücken der Nachtgleichen anbelangt, so ist es, wie wir dies schon wissen, ganz gleich, ob wir sagen, dass die

Digitized by Google

Sterne sich direct versetzen, oder dass die Sonne sich retrograd versetzt, das Phänomen bleibt dasselbe. Ist aber die Sonne fix, so wie die Sterne fix sind, so kann man sich das Phänomen nicht erklären, denn in diesem Falle müsste der Frühlingspunct gleichfalls fix bleiben. Somit blieb nichts übrig, als das Phänomen durch eine ausserordentliche Bewegung der Erde zu erklären, welche die Attraction — durch Störung — hervorbringt.

[16.] Laplace sagt (Méc. cél. V. p. 247): Copernik erklärt „die Präcession durch die Bewegung der Erdpole um die Pole der „Ecliptik, was gegenwärtig allgemein angenommen ist."

Bemerken wir wohl, „die Erdpole bewegen sich um die Pole ihrer Bahn!" Bewegen sich aber die Erdpole, so muss wohl auch die Erde selbst sich mitbewegen und einen entsprechenden Kreis beschreiben; hieraus folgt eine retrograde Revolution der Erde, deren Dauer 25812 Jahre ist. Es ist nicht schwer einzusehen, warum Copernik durch die Präcession in Verlegenheit gesetzt wurde; dieses Phänomen bot die Gelegenheit, dieselben Schlussfolgerungen auf die Sonne anzuwenden, nach welchen man die beiden Bewegungen der Erde herausgefunden hat. In der That gibt es keine andere Wahl: entweder versetzt sich die Sonne im Raume, oder es bewegt sich der Sternhimmel mit seinem Gesammtinhalte, der Crystallsphäre, in der Richtung der Erdrotation. Copernik, der eben die Sonne festgemacht hat, konnte weder das eine noch das andere schliessen; seine Nachfolger haben gar keine Schlüsse gemacht, sie haben seine Erklärung adoptirt. Da später die Sonne selbst aufgetreten ist und das räthselhafte Phänomen für Jedermann begreiflich explicirt hat, durften die gelehrten Geometer und Astronomen — um nicht der Inconsequenz geziehen zu werden — die Fahne Copernik's nicht verlassen, es war viel angemessener, die Bewegung der Sonne zu — ignoriren.

Es ist aber die Einfachheit selbst, versetzt sich die Sonne im Raume, so versetzt sich ihr System und mit diesem alle zu ihr gehörigen Weltkörper; versetzen sich die Planeten mit der Sonne, so versetzen sich auch ihre Bahnen. Diese Versetzung ist aber keine Theorie, sie ist zu einfach, sie wird durch die Sterne angezeigt, sie ist durch die Beobachtung bestätigt, sie ist eine Thatsache.

Mit der Sonne zugleich hat Copernik auch die Planetenbahnen fixirt, die natürliche Folge seines Systems ist somit, dass alle jene Phänomene der Bewegung, welche mit ihm nicht in Harmonie sind, eingebildeten Ursachen zugeschrieben und durch Suppositionen erklärt werden, ohne dass die Theorie im geringsten merkt, dass sie oft in Ungereimtheiten verfällt.

Digitized by Google

Man hat sich ferner vorgestellt, dass die beiden Himmelskreise, der Aequator und die Ecliptik sich jedes Jahr in einem andern Punct durchschneiden, dass sich somit diese Kreise bewegen. Da die Durchschnittspuncte der beiden Kreise oder ihrer Ebenen die Nachtgleichepuncte sind, so versetzt sich die eine Ebene auf der andern, jährlich um den Bogen der Präcession. Die bewegliche Ebene müsste wohl nach der Theorie jene der Ecliptik sein, da in deren Folge die Erdaxe — auf deren Parallelismus man so viel Gewicht gelegt — gleichfalls sich versetzen muss; es scheint aber dass mehrere Erklärer vorziehen, den Himmelsäquator sich bewegen zu lassen. Aus diesen Ansichten geht es klar hervor, dass die Theorie mit sich nicht im Reinen ist über die zwei grossen Himmelskreise; dass sie nicht weiss, wie durch die Sonnenbewegung beide zugleich sich versetzen, das heisst, jedes Jahr sich auf einen andern Theil des Firmaments projiciren.

Die Frage ist nun, wie muss es die stets sich parallel bleibende Erdaxe anstellen, um einen Kreis zu beschreiben, in Folge dessen der Durchschnittspunct der beiden grossen Himmelskreise jährlich um 50″ 209 vorrückt, zugleich aber auch die Sterne ihre Declination verschiedentlich verändern?

[17.] Laplace sagt: (Méc. cél. V. p. 247.) „Es war Newton „vorbehalten, uns die Ursache dieses Phänomens kennen zu lehren, „indem er es an seine Entdeckung der Universalschwere knüpfte, „von deren Resultaten es einer der merkwürdigsten und zugleich „einer der stärksten Beweise ist. Er hat gesehen, dass die Sonnen„anziehung die Mondesknoten rückgängig machen müsse und dass „diese vereinten Bewegungen eine retrograde Bewegung des Durch„schnittspunctes des *Erdäquators* mit der Ecliptik hervorbringen."

Diese ist nun wieder eine Variante, eine Art von Uebergang der Anschauung, und sehr bewandert muss derjenige in der Umkehrung der Ideen sein, der sich lebhaft vorstellen kann, wie der Erdäquator, der zu der Ecliptik 23° 27′ geneigt ist, dieselbe Ecliptik, den grossen Himmelskreis, jedes Jahr an einem andern Puncte durchschneiden soll? Dies wird sich jedoch bald gänzlich aufklären.

Laplace sagt: „Newton hat die Ungleichheiten der Nutation „nicht bemerkt etc. Er hat die Ungleichheiten der Präcession und „der Nutation, welche von den Knoten der Mondesbahn abhängen, „nicht betrachtet etc."

Arago sagt: (IV. p. 100.) „Ist die Universalanziehung auch „jene bewegende Kraft, welche jedes Jahr die Position der Welt„axe modificirt und sie in 25 bis 26000 Jahren einen Kreis von „beiläufig 47° im Diameter beschreiben macht?"

Digitized by Google

„Newton hat errathen (deviné), dass diese Kraft von der „Action der Sonne und des Mondes herstammt, und sich auf jene „Materien ausübt, welche in den Regionen des Aequators sich über „eine Sphäre erheben, deren Centrum mit jenem der Erde zusam- „menfallen würde, und zum Halbmesser die von demselben Cen- „trum zu einem der Pole geführte Linie hätte; somit hat er die „Präcession der Nachtgleichen von der Abplattung der Erdkugel „abhängig gemacht; er hat erklärt (déclara), dass auf einem sphä- „rischen Planeten gar keine Präcession existiren würde."

„Alles dies ist wahr gewesen, aber Newton konnte es nicht „mathematisch aufstellen etc. Die Demonstration der Newton'schen „Idee über die Präcession war demnach eine grosse Entdeckung, „und der Ruhm (Gloire) kommt d'Alembert zu."

Somit ist die Demonstration einer Idee eine astronomische Entdeckung! Wäre die Erde nicht abgeplattet, so würde keine Präcession stattfinden! Dieser kugelrunde Einfall Newton's ist die Grundlage der Präcessionstheorie, und seine Richtigkeit wird durch die Analyse scharf bewiesen. Hundert Jahre später hätte Newton sagen müssen: „wäre der Erdäquator nicht erhöht, so könnte sich die Sonne nicht bewegen" und diesen Satz hätte die Analyse eben so scharf bewiesen wie den andern.*)

Wir befinden uns in der Glanzperiode der Explicationen; alle Himmels- als auch irdische Phänomene werden einzig und allein durch die Attraction producirt. Das Phänomen der Präcession ist genau bekannt, ihre Ursache angegeben, sie müssen aber auch bewiesen werden, denn sonst würde Niemand glauben, dass die Nachtgleichen vorrücken. Was aber die Hauptsache ist, es handelt sich darum, wie die Attraction einwirken, was sie alles machen muss, damit die gegebene Zahl von 50″ 209 durch die Macht der Analyse herauscalculirt werden könne?

Es ist also D'Alembert, der die *erschöpfenden* Gesetze und die ruhmvolle Theorie aufstellt und beweist! Eine neue Welt eröffnet sich dem Studenten, die übernatürliche Mechanik beginnt ihre wundervolle Thätigkeit und wenn die beiden Theorien der Präcession und der Nutation nicht tausend- und abermals tausendfach gedruckt da wären, so würde man nicht glauben, dass des Menschen Geist solche Dinge hervorbringen kann.

[18.] Aus den verschiedenen Ideen, Bestimmungen und Entscheidungen folgt das Endresultat, dass das Phänomen der Präcession gar nicht auf dem Himmel, sondern auf der abgeplatteten Erde zu suchen und zu finden ist. Es ist nicht mehr der Himmelsäquator

*) Der Leser kann die „*Gesetze und erschöpfende Ursache*" der Präcession an der Urquelle selbst aufsuchen.

Digitized by Google

und die Himmelsecliptik, die sich in verschiedenen Puncten durchschneiden, es sind nicht mehr die Weltpole, die um die Ecliptikpole Kreise beschreiben etc., sondern in der Wirklichkeit ist es der Erdäquator, der *retrograd* wird und die gleichfalls irdische Ecliptik jährlich in einem andern Puncte, folglich in 26000 Jahren ringsherum durchschneidet; dass somit die Präcession, welche auf dem Himmel beobachtet wird, nur eine Illusion und kein Phänomen ist. Dies kann für manchen Leser als ein Räthsel erscheinen, es löst sich aber glücklich durch eine zweckmässige Anwendung der — Universalschwere.

Hauptsächlich ist es die Sonne und der Mond, welche im Einverständniss auf die am Aequator erhöhten Theile der Erde einwirken, und die Bewegung ihrer Axe, und in Folge dieser Bewegung die Präcession hervorbringen. Wir werden stufenweise sehen, wie der Durchschnitt der Himmelskreisebenen; die Bewegung der Weltaxe und des Weltpoles; die Bewegung des Poles der Ecliptik um die Weltpole und umgekehrt, der von ihnen beschriebene Kreis etc. sammt dem Phänomene der Präcession selbst durch die Subtilität oder Spitzfindigkeit der Theorie vernichtet werden.

Um die Arbeit der Sonne und des Mondes zu erleichtern, welche sie mit einem Theile der Erdoberfläche, mit dem aufgeblasenen Aequator anfangen, muss man alle jene Erdtheile ab- und wegschneiden, welche in Folge der Abplattung sich am Aequator angesammelt und so die schöne Kugelform der Erde verunstaltet haben, damit jene erforderliche Sphäre oder wirkliche ursprüngliche Kugel erhalten werde, die das Phänomen der Präcession unmöglich macht. Dieser rundherum abgedrechselte Theil, ein Menisk, ein Ring, ein Wulst oder Bausch, gleichviel, ist es, auf welchen die Attraction einzuwirken und die Kugel selbst in Ruhe zu lassen hat. Der wülstigen Theorie genügt aber das einfache Abschneiden nicht, sie meint, dass die Sonne und der Mond mit dem Wulste, so wie er roh da ist, nichts zu thun haben wollen; um also einen guten Erfolg zu haben, muss man den Wulst in so viele kleine Monde verwandeln, als er Molecule besitzt. Frägt nun der Leser, warum die Theorie den kleinen Monden den Vorzug einräumt und nicht kleine Planeten oder kleine Cometen aus dem Wulst macht? so hat er sich nur zu erinnern, dass die Sonnenanziehung die Mondesbahnknoten rückgängig macht, daher musste man, ihr zu gefallen, um so mehr die kleinen Monde wählen, da der Wulst gleichfalls retrograd gedreht werden muss.

Alle diese kleinen Monde, ihre Zahl ist Legion, durchlaufen ihre Bahnen in 24 Stunden, im Sinne der Rotation, welche die abgedrechselte Sphäre unverändert fortsetzt — sie hat sonst nichts zu thun als sich zu drehen. Die combinirten Einwirkungen der

Digitized by Google

Sonne und des Mondes auf die kleinen Monde werden decomponirt; die kleinen Monde werden von ihren Stellen nicht verrückt, sie nähern sich der Ecliptik nicht; jene, welche sich in dem Aequator befinden, können dort ruhig verbleiben, aber die Resultante der Anziehungen macht, dass ihre *Knoten* retrograd werden. Die Planeten ihrerseits bleiben auch nicht müssige Zuschauer, die kleinen Monde sind zu anlockend, sie arbeiten demnach ebenfalls mit, um die Präcession zu produciren, nur arbeiten sie im conträren Sinne, sie suchen das zu verderben, was die Sonne und der Mond gut gemacht haben. Dies ist nun pure Eifersucht; die Theorie sagt aber, dass, wenn sie nicht so handeln würden, könnte die Präcession weit grösser ausfallen, als es nothwendig ist.

Sonne und Mond sind der aufrichtigsten Gesinnung und voll Vertrauen, sie ahnen nichts Arges; sie glauben dass die unzähligen kleinen Monde sich ganz frei in ihren Bahnen bewegen: beide sind getäuscht, betrogen, der Wulst ist ganz solid an die Kugel festgekittet. Hat nichts zur Sache, man arbeitet nicht vergebens und Sonne und Mond verstehen am Ende keinen Spass; hat sich der Wulst in den Kopf gesetzt sich in kleine Monde zu verkleiden, so muss er die Folgen seiner Fantasie auch büssen; er muss trotz seiner Befestigung rückwärts gehen. Hier zeigt sich ein erschwerender Umstand; der festgemachte Wulst kann nicht so schnell rückwärts gehen, als die kleinen Monde, er muss somit etwas weniger schnell retrogradiren, aber auf alle Fälle muss der wieder festgemachte Wulst die ganze Erdkugel mit sicht in die Retrogradation hineinreissen.

Diese ist die Wulsttheorie in ihrer Essenz; die retrograde Bewegung des Wulstes ist die rückgängige Rotation der Erde; die retrogradirte Axendrehung ist das Phänomen der Präcession.

[19.] Mit dem Wulste zugleich hat die Theorie die Hauptwässer der Erde und ihre ganze Atmosphäre abgedrechselt; die kleinen Monde müssen somit ziemlich leicht sein; die Schwere auf ihrer Oberfläche nur gering, und man begreift dass ihre Knoten schon durch den imposanten Anblick der Sonne zurückprallen müssen. Dieser Umstand der specifischen Leichtigkeit ändert an der Theorie nichts, die Attraction wirkt ohne Unterschied des Standes; man kann aber fragen, was heisst die Retrogradation der Axendrehung?

Geht die Rotation jährlich um 3″347 zurück und wieder vorwärts, so hat sie eigentlich die doppelte Zeit verloren. Geht sie zurück und nicht wieder vorwärts, dann ist ihre Dauer nur einfach um 3″347 jährlich verlängert und in beiläufig 26000 Jahren werden aus 24 Stunden 48. Oder soll man sich vorstellen, dass diese 3″347 von der Rotationsdauer verloren gehen? Dann hört die Rotation

Digitized by Google

in 26 Jahren gänzlich auf oder sie wird momentan; in diesem letzteren Fall wird sich die Erde mit einer unendlichen Geschwindigkeit umdrehen, ihre Rotationsdauer wird nicht messbar.

Das Rückgehen der Rotation ist zugleich das Rückgehen der Translation, so ist z. B. seit Hipparch der Tag um zwei Stunden, das Jahr um einen Monat länger geworden. Von der Geschwindigkeit dieser Retrogradation sagt Laplace (Expos. 299).

„Es ist leicht zu sehen, dass die Geschwindigkeit proportional „ist der Sonnenmasse, getheilt durch den Würfel ihrer Entfernung „von der Erde und multiplicirt mit dem Cosinus der Ecliptik-„schiefe" und er fügt hinzu, dass „weder die Dauer des Jahres „noch jene der Rotation durch die Präcession verändert wird."

Wir können in dieser Bemerkung von Laplace nicht den Beweis finden, dass man einen Körper in Bewegung rückgängig machen kann, ohne dass er rückgängig wird, dafür finden wir aber darin die Beruhigung, dass man durch die chirurgische Operation der Erde keinen Schaden zugefügt hat, und dass wir hoffen können dasselbe Resultat jedesmal zu begegnen, so oft die Theorie auf ähnliche Art ein Himmelsphänomen producirt.

Wenn aber die Rotationsdauer nicht retrograd wird zugleich mit dem Rückwärtsgehen der Axendrehung, so folgt, dass das Phänomen der Präcession auf diese Art sich auch nicht producirt und man sich unnütz abgeplagt hat, um etwas — nicht zu erklären. Hat man sich eingebildet, dass die Erscheinung, nach welcher die Rectascension *aller* Sterne jährlich eben mit der Präcession übereinstimmend zunimmt, durch das Rückgängigmachen der Rotation erklärt ist, so war dies eine Illusion des Urtheils, denn man hätte dasselbe Resultat auf eine viel einfachere Art erhalten, und zwar dadurch, wenn man seine Sternuhr jährlich um 3″347 zurückrichtet, eine Operation, welche ohne Beihilfe der Universalschwere leicht ausführbar ist, es lässt sich sogar analytisch beweisen, dass durch diese Operation der Gang der Uhr nicht gestört wird, ihre Umlaufszeit sich nicht ändert.

Die Präcession — sie wird ja die allgemeine genannt — existirt aber so gut für alle Planeten als für die Erde und wir haben gesehen, dass sie sogar in der siderischen Umlaufszeit des Mondes enthalten ist; hieraus folgt, dass die Theorie, um vollständig zu sein, an allen Planeten und Satelliten dieselbe Operation vorzunehmen hat, welche sie an der Erde so glücklich vollzog. Die Erde wird ihrerseits den Planeten bereitwillig ihre Gegendienste leisten. Sollte jedoch der eine oder der andere dieser Weltkörper kugelrund sein, so ist die Operation unnöthig, denn für diese gibt es keine Präcession, mag man machen, was man wolle.

Digitized by Google

[20.] Diese erstaunlich geistreiche Theorie der Vorrückung gibt uns auch über die Natur der *Schwere* kostbare Aufschlüsse. Sie lehrt uns, dass die Planeten im Besitze einer verkehrten Attraction sind, d. h. in Bezug auf Sonne und Mond ist ihre Anziehung eine conträre.

Sonne und Mond wirken mit einem übertriebenen Eifer auf den aufgeblasenen Erdäquator und trachten die Präcession sehr gross zu machen, sie wirken auf den Wulst direct, um ihn retrograd zu machen, die Planeten hingegen, denen es darum zu thun ist, dass die Präcession nicht übermässig vergrössert werde, wirken auf den Wulst retrograd, um ihn in eine directe Bewegung zu versetzen. Es ist ersichtlich, dass die Planeten sich bedeutend anstrengen müssen, um den zwei mächtigen Directwirkern so das Gleichgewicht zu halten, dass die 50″209 der Präcession ganz richtig herauskommen. Glücklicherweise haben sich seit jener Zeit, als D'Alembert die wichtige Entdeckung von der Richtigkeit der Idee Newton's demonstrirt hat, neue Mitarbeiter gefunden und die alten Planeten haben durch die beiden kräftigen Gehilfen Uranus und Neptun und bei 80 kleinen Collegen einen bedeutenden Succurs erhalten, die beiden grossen haben auch Monde mitgebracht und so ist nun zu hoffen, dass sich auch noch mehrere finden werden, welche die Arbeit erleichtern und in Zukunft die Präcession sicher stellen werden, nur entsteht hier die Frage, ob diese neuen Ankömmlinge auch schon hinlänglich instruirt sind, in welchem Sinne sie mitzuwirken haben? Es scheint somit, als hätte die Theorie einen Zusatzartikel zu ihren Gesetzen hinzuzufügen, denn es könnte ein Missverständniss eintreten, wodurch dann die 50″209 entweder grösser oder kleiner ausfallen. Dass die Theorie alle derlei kleinen Schwierigkeiten leicht zu überwinden und die Kräfte zu balanciren wissen wird, ist über allen Zweifel erhaben.

Die Störungen, welche die Attraction den Himmelsphänomenen verursacht, sollen periodisch sein; die Präcession scheint somit eine stark secular-periodische Störung zu sein, und aller Wahrscheinlichkeit nach, ja analytisch gesagt, ist eine unbezweifelbare Gewissheit da, dass die Nachtgleichen nach 13000 Jahren rückzugehen anfangen werden. In diesem Falle werden nach dem Geiste der Theorie die Rollen gewechselt; Sonne und Mond werden auf den Wulst retrograd einwirken, um ihn vorwärts zu schieben, die Planeten aber immer umgekehrt; die Zahl 50″209 ist die Bedindung des künftigen Einverständnisses, sie selbst aber wird das Minuszeichen annehmen, denn die Rectascension der Sterne wird sich vermindern.

In den Büchern wird die Präcession einmal das Vorrücken, dann wieder das Rückwärtsgehen der Nachtgleichen genannt, und

als ausgemacht angenommen, dass dieses Phänomen mit jenem der Mondesknoten identisch ist. So wie die Mondesbahn die Ecliptik durchschneidet, so durchschneidet die Ecliptik — als Erdbahn genommen — den Himmelsäquator jedes Jahr in einem andern Puncte. Hätte nun die Theorie jemals die Sonnenbewegung studiert, so würde sie — um die Analogie gründlich anzuwenden — einfach gesagt haben, der Himmelsäquator ist die Sonnenbahn.

Die Periode der Mondesknoten ist $18^2/_3$ Jahre, jene der Erdknoten 26000 Jahre; da dieses letztere Phänomen sich in jener Himmelsgegend zeigt, wo der grosse Himmelskreis die Ecliptik ist, so hat man nach Copernik angenommen, dass, während die Ebene der Ecliptik in der Ebene des Aequators, diese durchschneidend, sich versetzt, der Erdpol sich langsam um den Pol der Ecliptik herumdreht, um den oft erwähnten Kreis in 26000 Jahren zu beschreiben, dessen Durchmesser 47^0 oder die doppelte Schiefe der Ecliptik ist. Dieses Phänomen, eigentlich der zweite Theil der Präcession, ist von dieser 90^0 entfernt. Wenn demnach die Sterne am Aequator und an der Ecliptik sich in Rectascension jährlich um 50″209 versetzen, so versetzen sich die Sterne an den Polen der Ecliptik jährlich 20″58 in Declination.

Dass sich die Erde in der Ecliptik bewegt, somit diesen Himmelskreis beschreibt, ist für die Theorie eine unbezweifelte Thatsache; wenn nun die Erdaxe oder ihr Pol mit der Präcession zugleich kleinweise den Kreis um den Pol der Ecliptik beschreibt, so ist es unausweichlich, dass der Erdpol diesen Kreis alljährlich beschreiben muss, und zwar direct, um denselben in 26000 Jahren retrograd zu beschreiben. Dieser Umstand zwang die Theorie, ihre Zuflucht zu Mitteln zu nehmen, deren endlicher Effect die Retrogradation der Axendrehung ist.

Der Schluss der Theorie entspricht somit dem Phänomene nicht, denn aus der Retrogradation des Aequatorwulstes oder der Rotation folgt nicht, dass die Axe ihren Parallelismus verlässt und eine Bewegung annimmt, in Folge welcher die Sterne ihre Declination jährlich ändern. Die aufgestellte Theorie der Präcession ist demnach nur ein Fragment und kein Ganzes, sie ist gleichsam die verstümmelte Statue eines Giganten, dem der — Kopf fehlt.

[21.] Um zu erfahren, wie man diese halbe Theorie im Geiste ihres Schöpfers ganz machen könnte, haben wir uns an einen gelehrten Geometer gewendet. Nichts leichter als dieses, sagte er: man hat jährlich einmal die Erdaxe herauszuziehen und wieder so hineinzustecken, dass sie sich gegen den Aequator um 4″08 neigt. Mehr wollte er nicht sagen; da uns aber das nähere Verfahren, die Mechanik der Himmelstheorie interessirt, so haben wir ihm bemerkt, dass auf diese Art die Erdaxe seit Hipparch schon über zwei

Digitized by Google

Grade sich dem Aequator genähert hätte und dass Laplace bewiesen hat, dass die Erdaxe sich von ihrem Orte nicht rühren könne, ohne entsetzliche Catastrophen herbeizuführen, durch welche dann verschiedene Individuen und vielleicht auch einige Menschen verunglücken könnten. Hierauf entgegnete unser Geometer Folgendes:

„Laplace meint nur, wenn die Erdaxe allein und plötzlich sich versetzt, so kann ein Unglück geschehen. Die Sündfluth aber, welche schon einigemale dagewesen ist, wird nicht unter die Unglücksfälle gezählt, und wenn sie wieder kommt, so werden sie — nach der Wahrscheinlichkeitsrechnung — dieselben Ursachen herbeiführen, welche bei den früheren als nothwendig anerkannt wurden. Der zweite Theil der Präcessionstheorie kann kein ähnliches Resultat herbeiführen, indem die jährlichen 4″08, ja selbst die ganze Versetzung der Axe von 23·5° gegen Süden und eben so viel gegen Norden — jeden Theil in 13000 Jahren vollbracht — so langsam vor sich geht, dass der Mensch, dessen Dimensionen ganz unbedeutend sind, nicht die geringste Veränderung wahrnehmen kann, ja selbst der Wallfisch wird seiner unbewusst, sich jährlich und graduell mit dem Wasser zugleich versetzen.“

„Es ist selbstverständlich, dass der Erdäquator sich mit der Axe zugleich versetzt, da er seine senkrechte Lage auf dieselbe beibehält. Diese Versetzung des Aequators ist um so leichter zu bewerkstelligen, als der Wulst von der Kugel bereits abgeschnitten ist; die periodischen Oscillationen beider in den Grenzen von 47°, welche die doppelte Sonnendeclination vorstellen, demnach eine ganz bekannte Zahl sind, gehen auf einer der vorräthigen Cardinalaxen der Erde vor sich, welche für diesen Gebrauch vorbehalten sind. Um das Phänomen hervorzubringen, ist nur eine geringe Quantität der Schwere nöthig; jene des Mondes ist allein schon viel zu stark, indem aber dieser anzügliche Satellit überall sich einfindet, wo eine Unordnung nöthig erscheint, folglich gar nicht zu beseitigen ist, so hat man ihm nur die umgekehrte Attraction irgend eines passenden Planeten beizugesellen. Es ist wahrscheinlich, dass, um die 4″08 durch die Analyse genau herauszubringen und mit Evidenz zu beweisen, ein paar von den kleinen noch nicht entdeckten Planeten beigezogen werden müssen.“

„Was die Veränderung des Himmels seit Hipparch betrifft, so zählt diese gar nichts, denn ein Himmelsphänomen mit seiner secularen Periode fängt nur an, wenn es durch den Calcul bewiesen ist; darum hat man die Präcession nicht eher anerkannt, bis sie D'Alembert durch den Calcul entdeckt hat. Der zweite Theil

Digitized by Google

der Präcessionstheorie wird das Phänomen als voll darstellen, und mit ihrer Reparatur wird die eigentliche Periode der Vorrückung anfangen. Der Eintritt dieser ersehnten Epoche könnte dadurch beschleunigt werden, wenn eine oder die andere der gelehrten Academien einen notablen Preis auf die Ausbesserung der Theorie setzen würde."

[22.] Es ist einleuchtend, dass, um eine haltbare Theorie über ein Phänomen aufzustellen, um dessen wahrscheinliche Ursache angeben zu können, man dasselbe seinem ganzen Umfange nach kennen müsse. Dieser principiellen Bedingung der Wissenschaft entsprechen die astronomischen Theorien nicht. Wir haben bereits gesehen, mit welcher Hast Römer und Bradley mit den Bruchstücken ihrer Beobachtung ganze Theorien aufgebaut haben, und wir sehen ferner, wie die Geometer des vorigen Jahrhunderts verfahren sind. Die Phänomene selbst betrachteten sie gar nicht; ob diese sich so oder so zeigen, darum kümmerten sie sich nicht, ja es war ihnen ganz gleichgiltig, ob das fragliche Phänomen existirt oder nicht: haben die Astronomen einem unbekannten und unaufgefassten Phänomene einen Namen gegeben, haben sie Zahlen gefunden, welche Zeit und Raum ausdrücken, so waren die Geometer mit diesen unentbehrlichen Angaben zufrieden, indem die Ursache aller Himmelserscheinungen ohnehin schon bestimmt, also bekannt ist: nun trieben sie die Approximation immer weiter und weiter, bis sie die erhaltenen Zahlen *sehr nahe* als Resultat erhielten. Dieser ausserordentliche Umstand hat den festen Glauben der gelehrten Astronomen begründet, dass der Calcul die Phänomene genau kennt, ihre wahre Ursache angibt, selbe explicirt und demonstrirt; denn, wäre dies nicht der Fall, so könnte die erstaunliche, die wunderbare Coincidenz der Ziffern unmöglich eintreten! Dieser Glaube wurde bedeutend durch die Umstände gestärkt, unter welchen der Planet Neptun wieder aufgefunden wurde, und der Calcul gewann an Macht. Hat man schon früher — wie Laplace — aufgestellt, dass der Calcul den Beobachtungen voraus ist, die grossen Perioden bestimmt angibt, so war man jetzt gänzlich überzeugt, dass der Calcul die Beobachtung auch entbehrlich macht; zugleich hat die Ueberzeugung noch festere Wurzel gefasst, dass die Attraction Störung hervorbringt. Dies ist der Sinn, warum die Astronomie nur ein Appendix, ein Problem der Mechanik ist, denn es wurde klar, dass, wenn man calculiren lernt, man als Zugabe die Königin der Wissenschaften mit erlernt, dass somit die Beobachtung, das Studium des Himmels und seiner Erscheinungen ganz überflüssig sind. Der grosse Vortheil, der positive Gewinn ist nicht zu verkennen, der in vieler Beziehung unliebsame *Gedanke* kann gänzlich beseitigt und der unruhige for-

Digitized by Google

schende Geist in Schach gehalten werden, indem er durch den trockenen, mechanischen Calcul ohnehin früher oder später erstickt wird. Auf diese Art wird das Meisterwerk der Schöpfung, der intelligente Mensch, in eine — der Maschine untergeordnete — Maschine umgewandelt; so wird aus der Wissenschaft die Wissenschaft eliminirt.

[23.] Diejenigen, für welche die Astronomie geschlossen ist, haben vergessen, dass man etwas, was noch nicht offen war, auch nicht zu schliessen braucht; gewiss aber ist es, dass die Schlussfertigen sich auf ihre Eröffnung nicht verlegen.

Da ist nun die Präcession, deren Perioden man auf 26000 Jahre anschlägt; wo und wann war der Anfang, wo und wann wird das Ende der Periode sein? Wird dies der Calcul bestimmen? Wird es die geschlossene Wissenschaft angeben? Aus den Beobachtungen fliessen die Bestimmungen kurzer Perioden von scheinbar vollbrachten Bewegungen und Zeiträumen, welche sich oft wiederholen. Durch die Analogie schliesst man, dass alle Bewegungen, ja auch alle Veränderungen derselben periodisch sind, und man beweiset seine Schlüsse durch den Calcul. In den Büchern steht es z. B., dass die Umlaufszeit des Mondes allmälig abnimmt, und man fügt naiv hinzu, dass dies nicht immer so gehen wird, denn der Acceleration wird die Retardation folgen. Gewisse Sterne an den Weltpolen nähern sich denselben, andere entfernen sich; nach und nach kommen andere Sterne in ihre Nähe und werden Polarsterne; so kommt die Reihe auch an den Hauptstern in der Leyer, der gegenwärtig für den grösseren Theil Mitteleuropa's im Zenith culminirt: dies wird nicht immer so sein, denn nach einer Zeitperiode werden die früheren wieder kommen und Alles sich in den vorigen — ursprünglichen Zustand zurücksetzen. Welche aber diese vorige Lage und ursprünglicher Zustand sind, das muss der Calcul wissen. Die Schiefe der Ecliptik nimmt ab; was diese Schiefe bedeutet, das scheint unbekannt zu sein, der Calcul beweiset aber, dass die Abnahme nicht permanent ist, sondern sich in Zunahme verwandeln wird etc.

Arago sagt: (III. p. 382.) „Die Astronomen haben gegen die „Mitte des vorigen Jahrhunderts viel discutirt über die Folgen der „Acceleration des Mondes (Bewegung), denn es war offen, dass „der Mond auf die Erde fallen wird; glücklicher Weise wurde das „Publicum nicht früher davon in Kenntniss gesetzt, als Laplace „theoretisch bewiesen hat, dass die Acceleration in sehr enge Grenzen eingeschlossen ist, und dass, nach einer mehr oder weniger „entfernten Epoche, die Bewegung sich graduell verspäten wird."

Das Publicum kann somit ruhig sein, der Mond fällt nicht auf die Erde.

Digitized by Google

Laplace sagt, (in seiner Exposit.) „Waren die Ellipsen der „Planeten von jeher nahe Kreise, und werden sie für immer so „bleiben? Sind einige Planeten nicht ursprünglich Cometen gewe„sen, deren Bahnen nach und nach durch die Attraction der übri„gen Planeten sich dem Kreise genähert haben? Wird die Schiefe „der Ecliptik beständig abnehmen, auf dass die Ecliptik endlich „mit dem Aequator zusammenfällt, wodurch die beständige Gleich„heit der Tage und der Nächte auf der ganzen Erde enstände? „Ich bin dahin gelangt, zu beweisen, dass, welche immer die Pla„netenmassen seien, schon allein dadurch, dass sie sich alle in „demselben Sinne und in wenig excentrischen Bahnen bewegen, „ihre seculären Ungleichheiten periodisch und in enge Grenzen „eingeschlossen sind, so dass das Planetensystem um einen mitt„leren Zustand oscillirt, von welchem es sich nur um eine sehr „kleine Quantität entfernt. Die Planetenellipsen waren demnach „und bleiben auch für immer fast kreisartig, woraus folgt, dass „kein Planet ursprünglich ein Comet gewesen ist, wenigstens wenn „man nur auf die wechselseitige Einwirkung der Körper des Pla„netensystems Rücksicht nimmt. Die Ecliptik wird nie mit dem „Aequator zusammenfallen, die ganze Ausdehnung der Variationen „kann nicht drei Grade übertreffen.“ Es ist evident, dass diese Geheimnisse der Calcul dem Himmel abgelockt und an Laplace verrathen hat, denn ein Erdensohn könnte nicht so weit kommen: würde der Calcul seiner Sache nicht so gewiss sein, so müssten wir bemerken, dass man doch vielleicht noch einige Zeit warten und zusehen könnte, ob z. B. die Schiefe der Ecliptik nicht wieder zuzunehmen anfängt?

Die seculäre Abnahme der Schiefe ist — während eines Jahrhunderts — 48″ also jährlich 0″48. Nach Delambre war sie Anfangs 1800 23° 27′ 57″, im Jahre 1865 ist sie — als mittlere Schiefe — 23° 27′ 24″69; die scheinbare Schiefe variirt aber auch während des Jahres um 1″87 und die Bücher sagen, dass sie im Jahre 1900 23° 27′ 9″ sein wird. Vor 2965 Jahren war sie 23° 54′, somit zählt man schon seit ihrer constanten Abnahme 3000 Jahre. Um die drei Grade von Laplace zu erreichen, gehören 225 Jahrhunderte oder 22500 Jahre. Es frägt sich nun, wie viel noch von den drei Graden fehlen, und wann sie voll werden; zu welcher Epoche hat die Abnahme angefangen, in welcher wird sie aufhören? etc.

Aus den Antworten, welche die Analyse auf die hochwichtigen Fragen von Laplace gegeben hat, ist wahrnehmbar, dass der Calcul dennoch nicht alles weiss, und dass er nicht mit einer hinlänglichen Quantität Neugierde ausgerüstet ist.

a) Durch den Umstand, dass die Planeten sich alle in demselben Sinne bewegen und ihre Bahnen wenig zu einander geneigt sind, ist die Figur, welche sie beschreiben nicht bedingt, und somit der Calcul nicht berechtigt, die Epicycloiden für beinahe Kreise zu halten. Würden Kepler's Ellipsen eine himmlische Wahrheit sein, so hätte diese die Sonne respectirt und nicht weggeblasen.

b) Der Calcul scheint nicht zu wissen, was ein Comet ist? Nach den ganz grossen Gelehrten sind diese *Gestirne* in der Transformation begriffene Weltkörper, welche nach gewissen — ziemlich grossen Perioden — sich gänzlich consolidiren und ballen. Wie Laplace es bewiesen hat, verstreuen sie ihren Schweif im Raume, während sie von Sonne zu Sonne wandern, bis endlich nur ihr Kopf, Kern oder Körper allein übrig bleibt. Da nun dieser solide Kern nach genauen Messungen bei mehreren Cometen, Mercur und auch Mars an Grösse übertrifft — von den unzähligen kleinen Planeten gar nicht zu sprechen — so ist es evident, dass aus ihnen Planeten werden. Sollte z. B. der Enckeische Comet seine Nebelhülle, eine Espèce von Ueberwurf endlich bei Seite legen, oder im Raume zerstreuen, so würde er sich als Planet in seiner excentrischen Ellipse fortbewegen, so lange seine Bahn durch die Planetenanziehungen nicht in einen beinahe Kreis verwandelt wird. Dass dieser kleine Comet sich nur beiläufig 100 Tage dem Beobachter zeigt, und während 1100 Tage sich in einem Versteck aufhält, ist nun so seine Art und kein Bedenken erregender Umstand. Aus dieser Thatsache könnte der Calcul beweisen, dass wenn aus einem Cometen ein Planet wird, so kann auch ein Planet mit der Zeit sich in einen Cometen verwandeln, dies ist ganz übereinstimmend mit dem Princip der periodischen Wiederkehr des früheren Zustandes. Als einen annähernden Beweis für die wahrscheinliche Transformation, könnte man einstweilen in dem Ringe des Saturn finden, der augenscheinlich ein den Planeten umringender Cometenschweif ist.

c) Der Calcul hätte sich im Himmel etwas näher erkundigen sollen, warum die Schiefe der Ecliptik abnimmt, und insbesondere fragen sollen, was denn eigentlich die Schiefe ist? In den Büchern wird gesagt:

„Nachdem die bewegliche Ecliptik ihre Richtung im Raume „unfühlbar verändert, so folgt, dass die retrograde Bewegung „der Nachtgleichen mit einer langsamen Abnahme der Ecliptik-„schiefe begleitet ist."

Es wäre interessant zu wissen, ob die Begleitung freiwillig oder obligat ist? Besonders aber hätte der Calcul trachten sollen, zu erfahren, zu welcher Zeit die Abnahme der Schiefe angefangen

hat, damit man klar sehen könne, wann die drei Grade voll sind, um die Zunahme beginnen zu können.

Arago erzählt — bei Gelegenheit des Mondfalles auf die Erde — in welch Allarm und Schreck die gelehrte Welt verfiel, als es durch die Beobachtung constatirt wurde, dass von uralten Zeiten her Jupiter sich der Sonne nähert, Saturn hingegen sich von ihr entfernt: man sah und fürchtete sich den Himmel seiner Zierde beraubt zu sehen, und die zwei herrlichen Planeten zu verlieren; Jupiter nämlich muss in die Sonne stürzen, Saturn das System auf ewig verlassen und unsichtbar werden etc., nur wusste man nicht gewiss, zu welcher Zeit das Unglück eintreffen wird. Da erschien Laplace, der durch die allmächtige Analyse bewies, dass. indem die doppelte Geschwindigkeit Jupiters fast gleich der fünffachen Geschwindigkeit des Saturn ist, so ziehen sich die beiden Planeten so gegenseitig an, dass ihre Perturbationen eine lange Periode der Ungleichheiten hervorbringen, deren Entwicklung mehr als 900 Jahre erfordert, und welche bewunderungswürdig alle die Bizarrerien repräsentirt, welche die Astronomen entschleiert haben. Die Feinheit der Conception sagt Arago und das Resultat sind hier gleichartig bewundernswerth. So hat Laplace den Himmel geordnet, denselben von einem beträchtlichen Schaden bewahrt und zugleich die aufgeregten Gemüther der Gelehrten beschwichtigt; es scheint dass dieses zweite Werk wichtiger und schwerer als das erstere war.

Man sieht aber, dass durch die Aufstellung der periodischen Aenderungen der Uebergänge und Wechsel, welche aus dem Vor- und Rückwärtsgehen, aus der Ab- und Zunahme, aus dem sich Nähern und Entfernen etc. bestehen, man nothwendiger Weise der Attraction zwei einander entgegengesetzte Wirkungen anweiset. So z. B. sollen sich die zwei Planeten, die sich offenbar von einander entfernen, während der einen Hälfte der Periode durch ihre gegenseitige Anziehung, gegenseitig abstossen, in der zweiten Hälfte sich aber gegenseitig anziehen oder nähern. So wird nun in der zweiten Hälfte der 900 oder 1800? Jahre Jupiter von seiner Sonnennähe durch die Anziehung des Saturn weggelockt. Jupiter aber wird Saturn von seiner beabsichtigten Reise abhalten und zurückführen. So werden sie beide ihre früheren ursprünglichen Stellungen wieder einnehmen. Wann und wo? dass sagt die Analyse nicht.

[24.] Ob die Präcession zu- oder abnimmt ist nicht ausgesprochen. Hipparch hat sie rund mit 50″ angegeben: die astronomischen Ephemeriden geben für 1865 als allgemeine Präcession 50″239. Wir haben bereits bemerkt, dass die Rectascension der Sterne vom ersten Widderpunct angefangen in der Richtung der

Erdrotation gezählt wird, dass dieser Nullpunct zugleich der Frühlings-Nachtgleichepunct ist; dass die Sonne diesen Punct angibt, die sich im Momente einer vollendeten Erdrevolution im Aequator befindet. Es ist nun ganz gleich, ob man sagt, der Frühlingspunct, die Sonne selbst, oder der bekannte Durchschnittspunct des Aequators versetzt sich jährlich um 50″ 239 retrograd, oder man sagt, es bewegt sich die ganze Himmelssphäre retrograd, oder endlich, dass die Rectascension der Sterne zunimmt. Eine allgemeine Präcession kann somit nichts anderes bedeuten, als dass in der scheinbaren Position der Sterne eine allgemeine Veränderung eintritt; sie kann z. B. den Sinn nicht haben, dass die Rectascension aller Sterne um dieselbe Quantität zunimmt, indem dies nicht der Fall ist. Bei der über die Präcession aufgestellten Theorie ist man von dem Gesichtspuncte ausgegangen, dass der Aequator sich retrograd bewegt, und wir haben gesehen, dass die Bedingung einer gleichen Zunahme der Rectascension aller Sterne eine rückgängige Bewegung des Aequators und die unveränderliche Lage der Weltaxe fordert. Aus diesem Grunde ist man auf den Einfall gerathen, den Erdäquator rückgängig zu machen.

Die Veränderung in der Declination der Sterne erfordert aber die Versetzung der Weltaxe und mit ihr die gleichzeitige Versetzung des Aequators in dem Sinne ihrer Bewegung. In diesem Umstande ist die Grossartigkeit des Phänomens zu finden; der Anblick der Himmelssphäre, die relativen Stellungen aller Sterne bleiben so lange unverändert, als wir sie von derselben Stelle des Weltraumes sehen; mit der Versetzung der Erde ändert sich die Ansicht perspectivisch, oder wenn man es so nennen will, parallactisch. Es ist somit nicht das Firmament und sein Inhalt was sich ändert, nicht die Sterne ändern ihre Rectascension und Declination, sondern es ändert sich die Lage der Erde im Raume. Das grosse Phänomen zeigt sich demnach so, als würde die Himmelssphäre sich zugleich nach zwei Richtungen bewegen; sagen wir z. B. dass der Aequator sich gegen Osten versetzt und zugleich gegen Süden neigt, so ersehen wir aus dieser scheinbaren Doppelbewegung die Variationen in Rectascension und Declination, welche je nach der Lage der Sterne grösser oder kleiner sind. Zu bemerken haben wir, dass während die Rectascension der Sterne, mit einer einzigen, bisher bekannten Ausnahme des Sternes δ Ursae minoris, stets zunimmt, ihre Declination verschiedentlich für die Einen ab und für die Andern zunimmt. Wir können somit sagen, dass das Phänomen der Präcession kein isolirtes, für sich bestehendes, dass es nicht nur in Verbindung mit einigen andern, gleichfalls besonders betrachteten Erscheinungen ist, sondern die allgemeine Bewegung, die Totalität aller uns wahrnehmbaren Bewegungen

der Sonne und ihres Systemes sowohl, als auch jene der Sterne repräsentirt.

Es wird in den Büchern gelehrt, dass die Breiten der Sterne durch die Präcession nicht geändert werden, indem die Bewegung des Nachtgleichenpunctes der Ecliptikebene parallel ist: die Rectascension, die Declination und die Länge werden modificirt, weil die Bewegung dem Aequator nicht parallel ist etc. So sagt z. B. Arago (I. p. 280): „Die Bewegung der Präcession verändert „die Rectascensionen und Declinationen zugleich, während sie die „Breiten constant lässt etc.“ Dies ist nun absolut unmöglich; ändert sich die Declination, so geschieht dies in Folge der Aequatorsversetzung, versetzt sich aber der Aequator, so muss sich nothwendigerweise die imaginäre Ecliptik mit versetzen, wenn sie nicht zurückbleiben und sich nicht immer mehr und mehr vom Aequator entfernen will. Uebrigens enthält der Satz einen Widerspruch, denn es ist bekannt (und gleichfalls gelehrt), dass die Breiten der Sterne aus ihrer Declination abgeleitet, berechnet werden. Dass die Breite nicht constant bleibt, beweiset schon der Umstand, dass z. B. jene der Sonne, welche, wie bekannt, stets in der Ecliptik sich befindet, nach den Ephemeriden, wenn auch nicht bedeutend, doch beständig, ja täglich sich ändert.

Wir glauben, dass in Folge aller Betrachtungen, welche wir machen, es nicht schwer sein kann zu der Einsicht zu gelangen, dass das Phänomen der Präcession, selbst als Vorrückung der Nachtgleichen isolirt betrachtet, mit der Attraction nichts gemein hat, und dass der Einfall gar nicht witzig genannt werden kann, die allgemeine Bewegung der Weltkörper dadurch erklären zu wollen, dass man die Sonnen- und Mondanziehung auf den erhöhten Erdäquator einwirken lässt.

Bei den Sternenbeobachtungen werden wir auf diesen Gegenstand zurückgeführt.

DIE THEORIE DER NUTATION.

[25.] Hat sich die Analyse bei der Theorie der Präcession mit Ruhm bedeckt, so hat sie sich bei der Theorie der Nutation selbst übertroffen, denn sie erklärt und beweiset mit ihrer gewohnten Präcision ein Phänomen, welches gar nicht existirt.

Wir haben nur den Büchern nachzuerzählen, worin die Schwankung der Erdaxe besteht, und wir begreifen alsogleich, dass man sie mit welch immer Namen hätte bezeichnen können, ohne daraus ein Phänomen zu machen.

Indem er über die Präsession discutirt, sagt Laplace: „Brad„ley kam nach einer langen Reihe von Beobachtungen zur Ent„deckung der Schwankung der Erdaxe, eine der merkwürdigsten „und für die Astronomie wichtigsten Entdeckungen, indem sie alle „*Beobachtungen* der Gestirne afficirt. Indem dieser grosse Astro„nom durch die Präcision seiner Beobachtungen die Aberration „der Fixsterne und ihre Ursache erkannt hat, nahm er alsbald „wahr, dass sie nicht hinlänglich ist, um die Beobachtungen meh„rerer Jahre vorzustellen, und dass diese Beobachtungen auf eine „Ungleichheit deuten, welche er während einer Periode von 18 „Jahren verfolgte, und nach welcher Zeit die Sterne auf ihre ur„sprüngliche Position zurückzukehren schienen; diese Periode, „welche dieselbe der Bewegung der Mondesknoten ist, brachte ihn „zu dem Gedanken, dass die Erdaxe eine periodische, von den „Längen dieser Knoten abhängende Bewegung hat."

In anderen Büchern findet man folgende Version der — Geschichte. Bradley hat wahrgenommen, dass dieselben Sterne, welche jährlich einen Kreis, eine Ellipse oder eine gerade Linie mit einer constanten grossen Axe von 40″88 beschreiben, ihre Bewegung fortsetzen und sich gegen den Nordpol richten, dass folglich die Aberration nicht hinreicht, dieses Phänomen zu erklären. Nachdem Bradley während 9 Jahre die Zenithsterne beobachtet hat, fand er, dass ein Stern, der sich stets dem Nordpole genähert hat, nach 9 Jahren anfängt, sich vom Pole zu entfernen. Hieraus hat er geschlossen, dass die Erdaxe sich in eine Nutation versetzt, welche nach den Mondesknoten geregelt ist. Bradley hat seine Ideen dem Astronomen Lemonnier mitgetheilt und ihn gebeten, die andere Hälfte des von ihm entdeckten Phänomens mit zu beobachten. Die Vorhersagung Bradley's ist eingetroffen, Lemonnier fand die Realität der Nutation, nach welcher die Zenithsterne sich abwechselnd dem Pole nähern und sich wieder von ihm entfernen, dabei aber Ellipsen beschreiben, woraus folgt, dass es die Erdaxe ist, welche um die Sterne eine Ellipse beschreibt.

Somit beschreibt die Erdaxe auf der Himmelssphäre in $18^2/_3$ Jahren eine Ellipse, deren grosse Axe 19″0 und die kleine 14″4 ist. Es wird in den Büchern ausdrücklich gesagt, dass diese Beobachtungen von den späteren Astronomen constatirt wurden.

Bemerken wir wohl, dass es sich hier nicht wie bei der Aberration um alle Sterne — in ihrer Generalität handelt, sondern nur um jene Sterne, welche sich dem Nordpol nähern, woraus folgt, dass vorerst der nördliche Theil der Erdaxe sich in Schwankung versetzt.

[26.] Wahrscheinlich sehr zufrieden mit seiner Aberrations-Theorie, — gegründet auf die successive Transmission des Lich-

Digitized by Google

tes — hat Bradley die weitere Erklärung seiner neuen Entdeckung und die Aufstellung einer completen Theorie der Nutation Andern überlassen, nachdem er deren Princip festsetzte, nämlich die Abhängigkeit des Phänomens von den Mondesknoten.

Wenn nun Bradley fand, dass die fortgesetzten Beobachtungen die Aberration nicht erklärt, so wie diese sich durch die fortgesetzten Beobachtungen nicht erklären lässt; wenn er sich davon überzeugt hat, dass die Bewegung der Sterne keine jährliche Periode hat; dass die Sterne während des Jahres keine geschlossenen Curven beschreiben, dass mit einem Worte die Sterne nach dem Schlusse des Jahres nicht an dieselbe Stelle zurückkehren, an welcher sie sich im Anfange desselben befanden; wenn er fand, dass die eigentliche Periode der geschlossenen Curven (Ellipsen) $18^2/_3$ Jahre ist, so hätte er als Gentleman seine Aberrationstheorie als eine Täuschung des Urtheils widerrufen sollen, irren ist ja menschlich! nicht aber die Fortsetzung der Beobachtung für eine zweite Entdeckung, dieselbe Bewegung für zwei Phänomene ausgeben sollen. Die Eitelkeit des Gelehrten scheint die Ueberhand behalten zu haben. Die so gut gelungene Theorie der jährlichen Aberration aller Gestirne musste bleiben; da man aber nicht eine zweite Aberration von $18^2/_3$ Jahren gleich darauf machen kann, so soll die eine Hälfte des eingebildeten Phänomens durch die Lichtgeschwindigkeit, die andere Hälfte durch die Bewegung der Erdaxe erzeugt werden. Nachdem die Coincidenz der Zahlen die Hauptsache ist, muss die Periode von 18 Jahren, welche den Mondesknoten angehört, von diesen abhängen. Dies ist die Quintessenz des Ideenganges von Bradley, und hätte er seine Beobachtungen der Zenithsterne noch weiter fortgesetzt, so hätte er die Astronomie mit noch mehreren sehr merkwürdigen und wichtigen Entdeckungen, Phänomenen und Theorien bereichert.

Laplace erwähnt wiederholt die Abhängigkeit der Präcessions- und Nutationsphänomene von den Mondesknoten, und es könnte vielleicht Leser geben, die gerne wissen möchten, was denn das für Knoten sind; ob man sie lösen kann oder einfach zerhauen muss? Wir haben somit darüber einige Auskunft zu geben.

Zweifelsohne hat der Leser schon öfter beobachtet, wie die Vögel, grosse und kleine, die Himmelsräume gleich den Cometen nach allen Richtungen durchfliegen, wie sie sich unter den Sternen versetzen und verschiedene Constellationen durchwandern. Wendet sich der Beobachter gegen Süden und versetzt sich der Sperling in seiner Bahn von Süden nach Norden, so ist er in dem Augenblick, als er den grossen Himmelskreis, die Ecliptik, durchschneidet, in seinem aufsteigenden Knoten, gravitirt aber der Sperling in retrograder Bewegung von der nördlichen Hemisphäre in die südliche

hinüber, so kommt er in seinen absteigenden Knoten in dem Moment, als er dieselbe Ecliptik abermals durchschneidet. Die Mondesknoten sind ganz genau den Sperlingsknoten nachgebildet, und wir haben zu bemerken, dass die Sperlingsbahn, Ellipse oder Hyperbel gleichviel — verglichen z. B. mit jener des Neptun, bedeutend grössere Dimensionen besitzt, als die mit dem grossen Himmelskreis verglichene Mondesbahn.

Aus der strengen hier gegebenen Definition der Knoten und aus der Coincidenz ihrer Werthe können wir schliessen, dass, wenn einer der alten Auguren die Nutationstheorie aus dem Fluge der Vögel abgeleitet und darauf begründet hätte, so könnte seine Theorie heute noch neben der andern stehen und eben so allgemein von den Astronomen als ein ausserordentliches Geistesproduct bewundert werden. Die gegenwärtige Theorie ist sogar noch um einige Grade — schwächer.

[27.] Es ist abermals D'Alembert, der sich der Nutation bemächtigt. Er kennt das fragliche Phänomen nicht, er beobachtet nichts, er frägt nicht, ob es existirt oder nicht, aber er ist vollkommen damit einverstanden, dass eine Nutation da sein muss, indem sie Bradley entdeckt hat; er weiss, dass die Mondesknoten das Phänomen beherrschen; er kennt — was die Hauptsache ist — die Grösse der von der Erdaxe beschriebenen Ellipse. Dass die Erscheinung durch die Attraction hervorgebracht wird, ist an sich klar, was sonst könnte die Erdaxe in Schwankung bringen? Ergo, das Phänomen lässt sich der Analyse unterwerfen!

Man muss überhaupt darüber staunen, dass die Geometer so geduldig zusahen, wie Römer und Bradley das Licht in die Explicationen hinein schmuggelten, wo es doch so klar gewesen und noch heute ist, dass die beiden Phänomene, welche sie entdeckt haben, nur durch die Schwere allein producirt werden können. Der kleine erste Satellit Römer's z. B. hat nur an seinem grossen Planeten so lange zu ziehen, zu zerren, zu reissen und zu zupfen, bis der Schattenkegel sich hinlänglich verrückt, um die Verspätung von 16'32" zu erhalten. Die Bradley'schen grossen Aberrationsaxen von 40"88 fallen offenbar in die Präcessionstheorie hinein und können mit einemmale producirt werden, ohne die Sonne und den Mond vielmehr anzustrengen. Es scheint aber, dass die Astronomen jener Zeit die Geschwindigkeit des Lichtes sehr nothwendig gebraucht haben, denn nur hierdurch lässt sich die grosse Nachsicht der Geometer für Römer und Bradley erklären.

Die Nutationstheorie ist eine travestirte Fortsetzung der Präcessionstheorie mit einigen wenigen Varianten versehen. Es ist abermals der aufgedunsene Erdäquator, auf den die Atraction einwirkt, was darauf hindeutet, dass man den Geometern einen zu

grossen Reichthum an Fantasie nicht vorwerfen kann. Der wesentliche Unterschied zwischen den beiden gelungenen Theorien ist, dass die Nutation vom Monde ganz allein bewerkstelligt wird. Sonne und Planeten nehmen an dem Werke keinen Antheil und überlassen grossmüthig die volle Ehre dem Mond, der seinen Planeten also nach Herzenslust malträtiren kann. Dass der Mond nur aus Rachsucht den Wulst bearbeitet ist bekannt, denn dieser Wulst ist es, der in seiner Bewegung zwei Ungleichheiten verursacht, eine in Länge und eine in Breite: nachdem aber dieser unverbesserliche Wust sich immer noch am Aequator befindet, Sonne und Planeten auch noch nicht verschwunden sind, so ist es schwer zu begreifen, warum denn ihre Attraction auf einmal aufhört, wenn die Rede von der Nutation ist, da sie doch so thätigen Antheil nimmt an der Retrogradation der Axendrehung? Dies ist nun eine geometrische Caprice; die permanente Action partiell zu supprimiren; die Sonne z. B. auf denselben Wulst zu derselben Zeit einwirken und nicht einwirken zu lassen. Wäre dies nicht der Fall, so könnte man sich den Umstand daraus erklären, dass der Wulst sich diesmal nicht in kleine Monde verwandelt, daher Sonne und Planeten kein Vergnügen finden, sich weiter einzulassen. Der Wulst bleibt demnach fix und bietet dem Mond Gelegenheit, sich an ihm zu rächen; er zieht auch diesen Wulst so stark, so stark an sich, dass die Erdaxe nicht umhin kann, theils vor Ungeduld, theils aus Mitleid sich in Bewegung zu versetzen. Geometrisch gesprochen ist der Wulst der Hebel, mit welchem der Mond — ein wahrer Archimed — die Erde aus ihren Angeln hebt.

[28.] Nachdem die, über dieses abstracte Phänomen gemachten Beobachtungen nicht hinreichen, um die Theorie zu erklären; so kann man sich einstweilen vorstellen, dass die Erdaxe mitten entzwei gebrochen ist, dass deren nördliche Hälfte einen elliptischen Kegel beschreibt, dessen Basis sich auf das Firmament projicirt; sollte es sich aber herausstellen, dass die Sterne am andern Pole gleiche Ellipsen beschreiben, dann ist die Erdaxe nicht entzwei gebrochen, sondern sie bewegt sich *um* ihren oder *über* ihrem Mittelpunct, um zwei elliptische Kegel zugleich zu beschreiben; will man aber der Axe keine von der Erde unabhängige, in ihrem Innern vorgehende Bewegung zugestehen, so muss man sich wohl gefallen lassen, wenn das ganze Erdsphäroid sich mit bewegt, wodurch eine Nutation der Erdkugel entsteht, und ein jeder Punct der Erdoberfläche eine Ellipse beschreibt; hiedurch wird die Nutation der Aberration etwas näher gebracht, denn es müssen auf diese Art, ohne Ausnahme, alle Sterne dieselben Ellipsen beschreiben.

Kommt nun die Erde durch die Macht des Mondes oder seiner Schwere in diese Bewegung, so sollte die Periode der Schwankung von rechtswegen 24 Stunden sein, indem während dieser Zeit der ganze Wulst sich der Disposition des Mondes überlässt; will aber der Mond temporisiren, so wird er den Wulst während der ganzen Dauer seiner siderischen Revolution beständig reissen; in diesem Falle würde die Nutationsperiode 27·3 Tage haben, ist aber der Mond synodisch gesinnt, so ist die Periode um ein paar Tage länger. Dass aber der Mond $18^2/_3$ Jahre an dem armen Wulst beständig zerrt, das ist grausam: während 8582·2 Tage die Erde, und zwar täglich 150″ hin und her zu ziehen, sie zu zwingen, eine Unzahl von kleinen Ellipsen zu beschreiben, ist von Seite des Mondes eine unüberlegte Handlung. Der Mondesanziehung eine solche Kraft zuzuschreiben, wodurch die Erde in eine Extrabewegung versetzt wird, ist wohl ein Ueberschreiten rationeller Begriffe über die Attraction. Wenn man wenigstens den Mond anstatt auf die Aequatorstheile, auf die Extremität der Axe einwirken liesse, so könnte man mit einiger Frömmigkeit an einen möglichen Effect glauben; da aber seiner supponirten Position nach der Mond den Pol der Axe nicht erreicht, so musste man abermals den Wulst hervornehmen.

Wenn man z. B. sagt, dass der Mond zweimal, dreimal stärker auf die Erde einwirkt als die Sonne, so will man sicherlich damit sagen, dass die Erde die Sonne verlassen, ihren Planetenstand abdicirt hat, um der Satellit ihres Satelliten zu werden. Nach der Nutationstheorie ist die Erde durch den Mond genöthiget in einer neuen noch unentdeckten Bahn, sich mit einer Umlaufszeit von $18^2/_3$ Jahren zu bewegen, und die Grösse dieser Bahn ist sogar angewiesen. Wenn nämlich die 20″44, die bekannte halbe grosse Aberrationsaxe, den Halbmesser der jährlichen Erdbahn vorstellen, das heisst die Grösse der Erdbahn *um* die Sonne geben, so sind die Dimensionen der elliptischen Erdbahn *um* den Mond 36·1 Millionen Meilen für die grosse und 26·7 Millionen Meilen für die kleine Axe.

Das Princip der „gegenseitigen Anziehung nach den Massen“ sollte doch einige Rücksicht verdienen. Wenn darnach zwei Körper einander ziehen, und der eine 88mal stärker ist als der andere, welcher wird den Sieg davontragen? Auf eine einfache Frage folgt eine elementare Antwort; der Mond kann nämlich auf die Erde gar keine Action ausüben und dass die Imagination nicht hinreicht, ihn zur Unmöglichkeit zu verhalten.

[29.] Laplace sagt (in seiner Expos. p. 300.) „Nach dem Ge„sagten begreift man die Ursache der Vorrückung der Nachtglei„chen und der Schwankung der Erdaxe; aber ein strenger Calcul

Digitized by Google

„und die Vergleichung seiner Resultate mit den Beobachtungen, „sind der Probirstein einer Theorie. Jene der Schwere hat D'Alem„bert den Vortheil zu verdanken, auf diese Art in Bezug auf die „erwähnten zwei Phänomene bewahrheitet worden zu sein. Dieser „grosse Geometer war der Erste, der durch eine sehr schöne Me„thode die Bewegung der Erdaxe bestimmt hat, indem er voraus„setzte, dass die Schichten des Erdsphäroids von welch immer „Figur und Dichte sein können, und nicht allein hat er mit den „Beobachtungen übereinstimmende Resultate erhalten, sondern „er hat noch überdies die wahren Dimensionen der kleinen Ellipse, „welche der Erdpol beschreibt und über welche die Beobachtungen „Bradley's einige Ungewissheit liessen bestimmt."

„Der Einfluss eines Gestirnes auf die Bewegung der Erdaxe „und auf jene der Meere sind proportionell der Masse des Gestirns, „dividirt durch den Würfel seiner Entfernung von der Erde. In„dem die Schwankung dieser Axe einzig und allein von der Action „des Mondes herrührt, während die mittlere Präcession der Nacht„gleichen das Resultat der vereinten Wirkungen des Mondes und „der Sonne ist, es ist auch ersichtlich, dass die beobachteten „Quantitäten dieser zwei Phänomene das Verhältniss dieser Ein„wirkung geben müssen etc."

Es stellt sicht somit klar heraus, dass es für D'Alembert hinlänglich war zu erfahren, dass die Erdaxe schwankt, dass ihr Pol eine kleine Ellipse beschreibt, und dass diese Schwankung von den Mondesknoten abhängt. Ob nun dies Alles in der That auch so ist, darob kümmerte sich D'Alembert gar nicht; er beweiset dass die Mondesanziehung die Erdaxe unter allen Umständen in Schwankung versetzt, in Folge deren der Erdpol eine Ellipse beschreibt, deren Dimensionen der Calcul bestimmt. Bradley's Beobachtungen sind demnach ganz überflüssig geworden, aber seine Idee hat der Calcul realisirt!

Stellen wir uns vor, dass Bradley seine Aberrationstheorie nicht aufstellt, sondern sich begnügt, der gelehrten Welt mitzutheilen, dass er die bekannte grosse Axe entdeckt hat und glaubt, dass dieses Phänomen die Folge der Evection oder der Libration der Erde ist. Es ist einleuchtend, dass in diesem Falle ein grosser Geometer sich an die Erklärung des Phänomens und Aufstellung seiner Theorie macht, und selbe durch die Attraction beweiset. Setzen wir den Fall, dass auch dieses Phänomen D'Alembert der Analyse unterwirft und in Gemeinschaft mit der Präcession und der Nutation die exacte Theorie und die strengste Demonstration gibt; ist es nicht evident, dass er durch „das Verhältniss der Einwirkungen" die wahren Dimensionen der Kreise, Ellipsen und Linien angibt, mit einer Präcision und Ueberstimmung mit den

Beobachtungen, aus welchen klar hervorgeht, dass die Erde einer jährlichen Libration unterworfen ist, deren alleinige Ursache die Einwirkung der Attraction auf den Wulst ist etc. So würde dann consequent dasselbe Phänomen in drei Abtheilungen und mit drei verschiedenen Theorien versehen, aus der allgemeinen Schwere abgeleitet sein.

Lassen aber die Beobachtungen Bradley's über die Dimensionen der Nutationsellipse einige Ungewissheit, so lässt die Theorie D'Alembert's über die Lage und den Ort der Ellipse gleichfalls einige Ungewissheit. Bradley meint, es sind seine Zenithsterne, welche die Ellipsen beschreiben, woraus folgt, dass der Pol der Erdaxe sich in einer Neigung von beiläufig 39 Graden bis zum Zenith Bradley's hinauf bemühen müsste, um D'Alembert's Bestimmung genug zu thun. Beschreiben aber alle Sterne in $18^2/_3$ Jahren dieselbe Ellipse, nun so hat der Pol der Erdaxe in dieser Zeit entweder die Rundreise um die Himmelssphäre zu machen, oder sich zu gleicher Zeit gegen jeden Stern zu richten. Die Bücher sagen nicht, an welchen Orten des Himmels und durch welche Sterne die Ellipse beschrieben wird? Es scheint dass die gelehrten Astronomen zufrieden und stolz darauf sind, eine vollkommene Theorie mehr zu besitzen.

Die gelehrten Astronomen lehren in ihren Büchern, dass die Beobachtung Bradley's seither von den Astronomen wiederholt und verificirt wurde, dass es somit constatirt ist, dass die Aberration und Nutation zwei von einander wesentlich verschiedene Phänomene sind, es wird gesagt, dass die Dimensionen der von den Sternen für diese zwei Phänomene beschriebenen Figuren sehr genau bestimmt sind, woraus folgt, dass ein Stern zugleich zwei geschlossene Ellipsen beschreibt, die eine in einem, und die andere in $18^2/_3$ Jahren. Wir bemerken nur, dass die vielen Astronomen, die Bradley's Beobachtungen während 18 Jahre durchgemacht, wiederholt und verificirt haben, ganz eigenthümliche Instrumente und auch ganz besondere Augen gehabt haben müssen.

[30.] Nach neunjährigen angestrengten Beobachtungen konnte Bradley wohl erschöpft sein; diese Art Aufgaben wirken auf den Organismus, besonders auf die Augen zerstörend ein; dass die Fortsetzung seiner Beobachtungen Lemonnier übernahm ist verdienstlich, und wenn dieser Astronom dieselben gleichfalls neun Jahre fortgesetzt hat, so konnte auch er erschöpft sein. Betrachten wir nun, mit welcher Selbstaufopferung diese anstrengenden zarten Beobachtungen gemacht werden, so müssen wir, anstatt des geringsten Schattens eines Vorwurfes, nur unsere Bewunderung zollen diesen ausgezeichneten Gelehrten, wir müssen mit wahrer Achtung ihren reellen Werth erkennen. Kommt nun aber die Reihe an die

Digitized by Google

Schlüsse, welche ein Beobachter aus seinen erhaltenen Resultaten zieht, so befinden wir uns auf — neutralem Boden.

Es wird in den Büchern erzählt, wie Bradley fand, dass der Stern γ Draconis stets dem Nordpole sich genähert hat, von 1727 bis 1736 und dass von dieser Zeit an er anfing, sich im conträren Sinne zu bewegen, das heisst, sich vom Pol zu entfernen. Die anderen von ihm beobachteten Sterne lieferten ihm ähnliche Resultate.

Wir haben bereits bemerkt, dass dieser Stern (γ Draconis) zufällig auf einen eigenthümlichen Umstand zeigt, indem er eben zur Zeit der Beobachtungen Bradley's die Richtung seiner scheinbaren Bewegung gewechselt hat. Dass dieser Stern viele Jahrhunderte hindurch, vor der Epoche der Beobachtung, sich schon dem Pole genähert haben konnte, hat Bradley nicht beachtet, er setzte voraus, dass die Annäherung des Sternes zum Pole mit seinen Beobachtungen anfängt. Der Zufall wollte nun, dass nach den erwähnten 9 Jahren der Stern eine retrograde Bewegung verrieth. Dass aber die übrigen Sterne analoge Resultate lieferten, das war sehr problematisch. Heute ist es klar geworden, dass der Schluss ein frühzeitiger war, und wir werden auf diesen Gegenstand zurückkommen.

Aus diesem Bruchstück eines allgemeinen Phänomens hat Bradley Schlüsse gezogen, welche den Stempel einer ungeduldigen Imagination an sich tragen. Erstens meint er, dass eine solche Veränderung in der Bewegung der Sterne, durch eine analoge Bewegung der Erdaxe hervorgebracht wird, und nennt diese ihre Schwankung; wir werden sehen, dass die allgemeine perspectivische Versetzung des Firmaments in der That die Versetzung der Erdaxe im Raume ist, dass folglich Bradley's Ansicht mit der Realität harmonirt, diese Thatsache implicirt aber die Schwankung nicht; zweitens setzt er voraus, dass die Periode der Bewegung von 18 Jahren ist, d. h. nach seiner Meinung soll der Stern nach dem Ablaufe der zweiten 9 Jahre abermals sich dem Pole nähern; aus dieser Supposition schliesst er drittens, dass das Phänomen, welches nun sicherlich eine Nutation ist, von den Mondesknoten abhängt, oder doch mit diesen im Zusammenhang ist.

Es wird ferner erzählt, dass Bradley den Astronomen Lemonnier gebeten oder ersucht hat, die zweite Hälfte der von ihm entdeckten Nutationsperiode mit ihm zugleich zu beobachten; und was Bradley vorhersagte, ist eingetroffen; im Jahre 1745 blieb ihm und Lemonnier kein Zweifel mehr über die Realität der von ihm vermutheten Nutation.

Die Wirkung der vorgestellten Idee, der vorgefassten Meinung ist ersichtlich. Die Beobachtungen wurden schon aus dem

Gesichtspuncte fortgesetzt, dass man nur die zweite Hälfte einer Periode zu finden hat, deren erstere bereits gewiss ist. Nach neun Jahren, während welcher sich der Stern (γ Draconis) beständig vom Pole entfernt hat, hörten die Beobachtungen auf, ohne dass man sich ferner davon zu überzeugen suchte, ob der Stern nun wieder effectiv sich dem Pole nähert? Eine fortgesetzte Beobachtung hätte die beiden Astronomen zu der Ueberzeugung geführt, dass Bradley's Supposition nicht steht, denn seit dem Jahre 1745 entfernt sich γ Draconis beständig vom Pol, und seine jährliche Winkelentfernung ist für das Jahr 1865, also nach 120 Jahren, noch immer 0″608; die zweite Hälfte der Periode ist somit von 9 auf 129 Jahre angewachsen, ohne dass der Stern sich dem Pole wieder genähert hätte.

Dieses zarte Phänomen der scheinbaren Sternbewegungen, welche eben Bradley zu beobachten anfing, war zu neu, um aus demselben sogleich haltbare Schlüsse ziehen zu können; bemerken wir noch, dass Bradley sich ausschliesslich an die Zenithsterne hielt, somit seine Schlüsse nicht auf alle Sterne ausdehnen konnte. Seit jener Zeit aber haben sich die Beobachtungen gehäuft, und es ist möglich geworden aus dem Phänomen, welches sich so grossartig herausstellt, wichtige Lehren zu ziehen. Aus diesem Umstand können wir schliessen, dass die Astronomen nach Bradley bis heute weder seine Beobachtungen geprüft, noch die bereits angehäuften studiert haben, denn sonst könnten sie auf dessen Theorien nicht stolz sein.

[31.] Aus den Sternbeobachtungen geht hervor:

1. Dass durch ihre scheinbare Bewegung die Sterne keine geschlossenen Curven oder bekannte Figuren beschreiben, weder in einem oder in $18^{2}/_{3}$, noch in 26000 Jahren, und dass kein Stern jemals auf den von der Erde aus scheinbaren Punct des Himmels zurückkehrt, welchen er einmal verlassen hat.

2. Dass die scheinbaren Curven oder Figuren die perspectivische Projection der Erdbewegung sind, folglich diese anzeigen.

3. Dass die jährliche Periode der Sternbewegung die jährliche Bewegung der Erde reflectirt, dass

4. ihre fortgesetzte Bewegung die Folge der Sonnenbewegung, das heisst der Versetzung ihres Systems im Raume ist, dass endlich

5. diese fortgesetzte Bewegung der Sterne die projicirte Spirale der Erdbahn enthält, welche sich gleichfalls in das Unendliche fortsetzt.

Wir werden später in nähere Betrachtung ziehen, welche perspectivische oder parallactische Aenderungen und Verschieden-

Digitized by Google

heiten in der scheinbaren Stellung der Sterne durch die Sonnenbewegung hervorgebracht werden.

Präcession, Aberration und Nutation sind demnach ein und dasselbe Phänomen, dessen eigentlicher Name „Sonnenbewegung“ ist.

Gibt die Präcession — die Versetzung des Himmelsäquators und seines Poles — die grossen Umrisse des Phänomens, so haben ihrerseits die Beobachtungen Bradley's zur Kenntniss seines Details geführt, indem sie nebst der Bewegung der Sonne zugleich die specielle Bewegung der Erde bezeichnen.

Dem denkenden Leser wird es klar, warum die Geometer und Astronomen weder zur Erkenntniss, noch zum wahren Begriff des grössten Himmelsphänomens, der Sonnenbewegung, gelangen konnten, und bis heute noch nicht gelangt sind? Ihre Aufgabe war und ist noch gegenwärtig, die Unfehlbarkeit des angenommenen Systems und der aufgestellten Gesetze zu beweisen, die beobachteten Himmelserscheinungen, ohne selbe zu studieren, auf das System zurückzuführen, den Gesetzen anzupassen und nach dem eingeführten Gebrauch zu demonstriren.

Aus einem und demselben Phänomen, dessen Realität und Wesen nicht erkannt werden konnte, hat man drei eingebildete gemacht und auf diese Theorien gebaut, welche mit unumstösslichen Beweisen versehen, ihre wahren Ursachen mit Evidenz erklären: zwei davon werden durch die Anziehung, das dritte durch das Licht producirt.

Wir können nun fragen, was hat denn eigentlich D'Alembert durch die Allmacht der Analyse so glorios bewiesen? Ein Phantom, welches der Calcul nicht verkörpert; der Calcul bringt eben so wenig die Erdaxen in Bewegung, als er die Rotationsdauer verlängert. Diese Theorie der Nutation ist aber kein isolirtes Beispiel des unnützen Calculs, denn alle jene, welche sich auf das System des Copernik beziehen, fallen demselben Geschick anheim.

Man ist zu der Hoffnung berechtigt, dass die sich bewegende Sonne endlich jene heilen wird, die an dem Uebel laboriren zu glauben, dass, sobald man etwas der Analyse unterwirft, so beweisen die Resultate des Calculs alsogleich die Existenz und die Realität der supponirten Sache, das heisst, die gewaltige Analyse macht das Unmögliche möglich. Aufgeklärt durch die Sonne wird der Kranke einsehen, dass der Calcul gar nichts beweiset und es gegen seine Natur ist irgend etwas zu beweisen, dass er unentbehrlich ist für jeden, der mit Grössen und Mengen sich beschäftigt; dass um ein brauchbares Resultat zu erhalten er wissen muss, was er calculirt, und dass endlich der Calcul ist, wie man ihn macht. Die analytischen Beweise — im Sinne der Theorie genommen — machen

Digitized by Google

den Effect der Krücken, deren sich der Verstand bedient; bedauernswerth aber ist der Verstand, der der Krücken nicht entbehren kann, sehr arm ist jene Wahrheit, welche durch den Calcul bewiesen werden muss.

Nachdem wir gesehen haben, wie die Attraction die Himmelsphänomene hervorbringt, haben wir zu lernen, wie sie sich benimmt, um auf der Erde selbst ein grossartiges Phänomen zu produciren.

DIE THEORIE DER FLUTHEN.

[33.] Obwohl die Meeresfluthen keine Himmelserscheinung sind und als irdisches Phänomen eigentlich der Physik oder der physischen Geographie angehören, so hat sich dennoch die Astronomie aus dem Grunde derselben bemächtigt, weil die Erde ein Planet ist und man sich vorgestellt hat, dass die Ursache derselben ausser der Erde zu suchen ist. Die Theorie erklärt das Phänomen aus der combinirten Einwirkung der beiden Anziehungen der Sonne und des Mondes.

Laplace hat diesen Gegenstand mit besonderer Vorliebe ergriffen und behandelt, sein Genie hat zu den Untersuchungen so viel Geduld und Ausdauer, eine solche Masse von Arbeit verwendet, dass er mit Recht dessen Theorie als seine Schöpfung betrachten konnte, trotzdem dass vor ihm schon mehrere Geometer, unter diesen Newton, Euler und D'Alembert, sich damit befasst haben und gleich ihm von dem Princip der allgemeinen Gravitation ausgegangen sind. Um diese Theorie und den gegenwärtigen Stand dieser Frage der Fluthen kennen zu lernen, haben wir uns demnach direct an die Quelle selbst zu halten.

In seiner Exposit. p. 272 sagt Laplace:

„Newton war der erste, der die wahre Theorie der Meeresfluthen „(Ebbe und Fluth) gab, indem er sie an sein grosses Princip der allge„meinen Schwere anknüpfte. Kepler hat wohl die Neigung der Wässer „des Meeres gegen die Mittelpuncte der Sonne und des Mondes erkannt, „da er aber die Gesetze dieser Neigung und die nöthigen Methoden, um sie „dem Calcul zu unterwerfen, nicht kannte, so konnte er über diesen Ge„genstand nur eine sehr wahrscheinliche Auskunft geben. Galilei drückte „sein Erstaunen aus über diese Aeusserung Kepler's, es schien ihm, dass „hiedurch in die Naturphilosophie die geheimen Eigenschaften der Alten „wieder zurückgeführt werden etc."

Laplace bemerkt es auch an einem anderen Orte: (Méc. cél. LXIII. p. 145.)

„Galilei schreibt die Ursache der Ebbe und Fluth den beiden com„binirten Bewegungen der Erde zu, dass aber seine Theorie als den

Digitized by Google

„Gesetzen des Gleichgewichtes und der Bewegung der Flüssigkeiten ent-„gegengesetzt, vernichtet ist. Ich erwähne dies nur, um zu zeigen, in „welchem Grade die besten Köpfe sich manchmal über ihre eigenen „Ideen täuschen."

Diese an Galilei gerichtete Apostrophe von Laplace kann ohne Ausnahme an jedermann adressirt werden.

Es ist historisch bekannt, dass Kepler, mehr als irgend ein Gelehrter seiner Zeit, sich von seiner lebhaften Imagination hinreissen liess. Er hat den Himmelskörpern Neigungen, ja Empfindungen zugeschrieben und war nahe daran sie als beseelte Wesen zu betrachten. Sein Zeitgenosse Galilei, der Physik sprach, hatte somit Grund über manche Ideen Kepler's zu erstaunen.

Der sich in der Betrachtung des Waltens der grossen Natur vertieft und die Wirkungen der Materie, die Uebergänge des Anorganismus in den Organismus und umgekehrt bedenkt, dem kann es wohl beifallen der Materie Lebensthätigkeit und Gefühle zuzuschreiben; nur kann er dann *diese* Materie nicht mehr den gewöhnlichen Gesetzen der irdischen Mechanik unterwerfen.

Die Geometer des verflossenen Jahrhunderts waren fast einstimmig der Ueberzeugung, dass die Fluthen eine Wirkung der Attraction sind; Galilei wusste, dass die Bewegung sich mittheilt und so wieder Bewegung hervorbringt. Würde dieser herrliche Geist in der Epoche der Explicationen, zur Zeit der Attractionsepidemie gelebt haben, so hätte er die grossen Geometer entweder bekämpft, mit all seiner Kraft bekämpft, oder er hätte mitleidig auf sie herabgesehen. Die Geometer wähnten die Frage definitiv entschieden zu haben: „Gibt es eine von der Attraction unabhängige Bewegung oder ist jede Bewegung durch die Anziehung dominirt, ja hervorgebracht?

Aber welche unendliche Kluft ist z. B. zwischen den beiden beobachtbaren und nun wohl bekannten Bewegungen der Erde und zwischen der geahnten Universalanziehung? Alle beobachteten, sowohl scheinbare als wirkliche Bewegungen, als Folgen einer unbekannten Kraft zu erklären, einer Kraft, von welcher man nur einseitige, verworrene, sich widersprechende Begriffe aufzustellen vermag, ist wohl eine petrificirte Täuschung. Hier zeigt sich die Neigung des Menschen zum Ausserordentlichen, zum Wunderbaren, zum Uebernatürlichen und hat er die Wahl zwischen einer Thatsache, deren Einfachheit sich selbst als Wahrheit gibt, welche gleichsam vor seinen Füssen liegt und zwischen dem Unbegreiflichen, so wird er diese an sein Herz drücken. Uebrigens ist *dieses* Phänomen aus dem Geiste des XVIII. Jahrhunderts erklärbar. Wir fragen aber, wenn die Weltkörper die Gesetze des Gleichgewichts und der Bewegung der Flüssigkeiten, Gesetze, welche

Digitized by Google

aus den mit Gefässen gemachten Experimenten abgeleitet sind, nicht respectiren, wie will man sie zur Folgsamkeit, zum Gehorsam nöthigen?

[34.] Der so oft wiederholte Ausdruck, Neigung gegen die Sonne, Neigung gegen ihren Mittelpunct etc. hat durchaus keinen Sinn, weder in dem Munde Kepler's, noch in dem Munde eines anderen, der an der Befestigung des copernikanischen Systems arbeitet. Nach diesem System ist z. B. die gar nicht verstellte Neigung der Erde, sich von der Sonne abzuwenden, sie gänzlich zu verlassen; so wie die Neigung des Mondes ist, von der Erde und der Sonne zugleich einen ewigen Abschied zu nehmen. Wenn man die Planeten zwingt, um den Mittelpunct der fixen Sonne geschlossene Curven zu beschreiben, so kann man nicht von ihrer Neigung gegen jenes Centrum sprechen. Dies wäre die Neigung des Sclaven gegen die Sclaverei. Um dem Worte *gegen* seine wahre Bedeutung zu geben, muss man zu einer anderen Reihe von Ideen übergehen, über die Lage der Erde und über ihre Bewegung.

Wir bemerken, dass die Idee Kepler's über die Erdwässer und ihre Neigung gegen die Sonne, in ihrer Einfachheit genommen, ein Argument für Galilei und nicht für Newton ist. Wenn die Neigung der Erde selbst gegen das Centrum der Sonne ist, so können ihre Wässer keine conträre Neigung haben. Wenn die Neigung des Mondes dieselbe ist, so bewegen sich Mittelpuncte und Wasser gegen denselben Punct, gegen das Centrum der Sonne.

Eine Thatsache, welche selbst die machtvolle Analyse zugeben muss, ist, dass ohne die Rotation der Erde das Phänomen der Fluthen nicht existiren würde. Unterdrücken wir diese Rotation, so wird sich die Wirkung der Sonnenattraction auf die Erhöhung jener Wassermassen beschränken, welche nach der Stellung der Erde der Sonne zugekehrt sind: d. h. zwischen den Grenzen der Sonnendeclination würden die Wässer eine permanente Blase bilden. Der Mond seinerseits würde die Wässer während seiner Revolution ihrer Lage nach an sich ziehen. Wenn man nun behaupten will, dass die Rotation auf die Bildung der Fluthen nicht einfliesst, so muss man beweisen, dass die Fluthen gar nicht existiren. Der Einfluss der andern Erdbewegung ist schwerer anzugeben; weder die Beobachtungen, noch die bisher über diesen Gegenstand gemachten Studien langen hin, um aus ihnen Schlüsse zu ziehen: dass aber die Translationsbewegung der Erde nicht ohne Einfluss auf ihre beweglichen Theile sein könne, ist für jeden Denkenden klar.

[35.] Laplace stellt die Theorie folgends dar (Exposit. p. 272, 273):

Digitized by Google

„Newton betrachtet das Meer als eine Flüssigkeit, welche die Erde „gänzlich bedeckt, mit ihr von gleicher Dichte ist und in jedem Moment „die Figur annimmt, mit welcher sie unter der Action der Sonne im „Gleichgewicht wäre. Indem er ferner voraussetzt, dass diese Figur jene „einer Revolutionsellipsoide ist, deren grosse Axe gegen die Sonne sich „richtet, bestimmt er das Verhältniss der Axen der durch die Centrifugal-„kraft ihrer Rotationsbewegung abgeplatteten Erde. Da die grosse Axe „des wässerigen Ellipsoids beständig gegen die Sonne gekehrt ist, so muss, „wenn die Sonne im Aequator ist, die grösste Meereshöhe in jedem Hafen „zu Mittag und zur Mitternacht eintreten, die grösste Senkung muss statt-„haben beim Aufgang und Untergang des Gestirns."

„Entwickeln wir die Art, nach welcher die Sonne auf das Meer „wirkt, um sein Gleichgewicht zu stören. Es ist ersichtlich, dass, wenn die „Sonne mit gleichen und parallelen Kräften wirken würde, so würden der „Schwerpunct der Erde und alle Molecule des Meeres, das ganze System „des Erdsphäroids und der dasselbe bedeckenden Wässer in einer ge-„meinschaftlichen Bewegung diesen Kräften gehorchen, und das Gleich-„gewicht der Wässer würde nicht gestört sein; dieses Gleichgewicht wird „demnach nur durch die Differenz der Kräfte und durch die Ungleichheit „ihrer Richtung verändert. Ein Meeresmolecul, welches *unter der Sonne* „*liegt*, ist von ihr mehr als der Mittelpunct der Erde angezogen, folglich „sucht es sich von der Oberfläche zu scheiden; es wird aber dort festge-„halten durch seine Schwere, welche diese Neigung verhindert. Einen „halben Tag später befindet sich dieses Molecul in Opposition mit der „Sonne, von welcher es dann schwächer als der Erdmittelpunct angezogen „wird; die Oberfläche der Erdkugel hat demnach die Neigung, sich von „ihr zu trennen, aber die Schwere des Moleculs hält sie fest; diese Kraft „ist somit noch mehr durch die Action der Sonne vermindert, und es ist „leicht sich davon zu überzeugen, dass, indem die Entfernung der Sonne „von der Erde sehr gross ist, in Bezug auf den Halbmesser der Erdkugel „die Veränderung der Schwere in diesen beiden Fällen sehr nahe die-„selbe ist."

„Eine einfache Decomposition der Sonneneinwirkung auf die Meeres-„molecule ist hinlänglich, um zu sehen, dass in jeder andern Lage dieses „Gestirns in Bezug auf die Molecule seine Action, um das Gleichgewicht „zu stören, nach einem halben Tage dieselbe wird."

„Das Gesetz, nach welchem das Meer sich hebt und senkt, kann fol-„gends determinirt werden etc."

„Würde der Ocean ein Revolutionssphäroid umhüllen und würde er „in seiner Bewegung keinen Widerstand erleiden, so würde der Augen-„blick der Fluth jener des Durchganges der Sonne im obern und untern „Meridian sein, in der Natur aber ist dies nicht so, und die Localumstände

Digitized by Google

„verändern bedeutend die Stunde der Fluthen selbst in den sehr nachbar-
„lichen Häfen etc.“

„Die Action des Mondes auf das Meer erzeugt ein ähnliches Ellip-
„soid, wie jenes ist, welches die Action der Sonne erzeugt; es ist aber ver-
„längert, da die Action des Mondes viel mächtiger ist. Die kleine Excentri-
„cität dieser Ellipsoiden erlaubt, sie sich so vorzustellen, als würden sie
„auf die Art über einander gelegt sein, dass der Halbmesser der Mondes-
„oberfläche die halbe Summe der correspondirenden Halbmesser ihrer
„Oberfläche ist etc.“

„Die Entfernung der Gestirne von dem Centrum der Erde hat auf
„diese Wirkung einen Einfluss: die Action eines jeden Gestirns ist um-
„gekehrt wie der Würfel seiner Entfernung.“

„Diese würden nach der Theorie Newton's die Phänomene der Flu-
„then sein, wenn die Sonne und der Mond sich in der Ebene des Aequa-
„tors bewegen würden. Die Beobachtung hat aber kennen gelehrt, dass die
„höchsten Meeresfluthen nicht in dem Moment der Syzygien eintreffen,
„sondern anderthalb Tage später. Newton schreibt diese Verspätung der
„oscillirenden Bewegung des Meeres zu, welche sich noch einige Zeit
„erhält, nachdem die Action der Gestirne aufgehört hat. Die genaue Theo-
„rie der Meeresondulation, welche diese Action erzeugt, macht es ersicht-
„lich, dass ohne die Nebenumstände (Circonstances accessoires) die
„höchsten Vollmeere mit den Quadraturen zusammenfallen würden. So-
„mit ist das Verspäten gegen die Momente dieser Phasen nicht jener Ur-
„sache zuzuschreiben, welche ihm Newton anweiset. Die Stunde der Fluth
„in jedem Hafen hängt somit von den Nebenumständen ab. Dieses Beispiel
„zeigt uns, wie sehr man sich hüten soll, selbst vor den wahrscheinlich-
„sten Bemerkungen, wenn sie nicht durch eine strenge Analyse verifi-
„cirt sind.“

„Bernoulli hat sich vorgestellt, dass die Verspätung der Fluth von
„anderthalb Tagen über den Augenblick der Syzygien von der Zeit ab-
„hängen könnte, welche die Mondesattraction verwendet, um sich zu dem
„Meere zu versetzen.“ (Méc. cél. V. p. 315.)

„Man sieht, dass die Untersuchungen über die allgemeinen Verhält-
„nisse zwischen den Phänomenen der Fluthen und über die Action der
„Sonne und des Mondes auf die Meere glücklicherweise aushelfen bei der
„Unmöglichkeit, die Differentialgleichung dieser Bewegung zu integriren,
„und bei der Unkenntniss der nöthigen Angaben zur Bestimmung jener
„arbiträren Functionen, welche in ihre Integrale eintreten; es entsteht aus
„ihnen eine gänzliche Gewissheit, dass die einzige Ursache dieser Phäno-
„mene die Anziehung dieser beiden Gestirne nach dem Gesetze der
„Universalschwere ist.“

„Hätte die Erde keinen Satelliten, wäre ihre Bahn kreisförmig und
„in der Ebene des Aequators, so hätten wir blos in Folge der Sonnenaction

Digitized by Google

„auf den Ocean immer dieselbe Stunde der Fluth und das Gesetz, nach wel„chem sich die Fluth erhebt, zu erkennen. Indem aber die Action des Mon„des sich mit jener der Sonne combinirt, werden die auf seinen Planeten „bezüglichen Verschiedenheiten der Fluthen erzeugt, und deren Uebereinstimmung mit den Beobachtungen fügt eine grosse Wahrscheinlichkeit „der Theorie der Schwere hinzu. Alle Ungleichheiten der Bewegung, der „Declination und der Entfernung dieser zwei Gestirne machen das Entstehen einer grossen Zahl von Phänomenen, welche die Beobachtung erkennen lässt und welche die Theorie über jeden Angriff hinaussetzen; „auf diese Art wird die Existenz der Ursache durch die Verschiedenheit „in der Action dargestellt. Nachdem die Action der Sonne und des Mondes „auf das Meer eine nothwendige Folge der Universalanziehung, welche „durch alle Himmelsphänomene bewiesen, durch die Phänomene der „Fluthen direct bestätigt ist, so kann darüber kein Zweifel obwalten. Sie „ist gegenwärtig auf einen solchen Grad von Evidenz gebracht, dass über „diesen Gegenstand unter jenen Gelehrten eine unanime Uebereinstimmung herrscht, welche von diesem Phänomene unterrichtet und in der „Geometrie und Mechanik hinlänglich bewandert sind, um dessen Beziehungen zu dem Gesetze der Schwere aufzufassen.

Verfolgt man aufmerksam das hier Citirte und sucht man sich in den Büchern über diese Theorie aufzuklären, so trachtet man durch ein wiederholtes Ueberlesen einen Sinn derselben herauszufinden; man erhält aber als Resultat seiner Bemühungen, dass diese Theorie eigentlich nur ein Vollblutgalimatias ist.

Der Umstand, dass die grösste Fluth nicht zu jener Zeit eintritt, als Sonne und Mond mit vereinten Kräften und möglichst stark das Wasser ziehen, sondern 36 Stunden später, ist allein hinlänglich, die Theorie umzuwerfen; es zeigt sich aber, dass gar keine Fluthzeit mit den Stellungen der beiden agirenden Himmelskörper übereinstimmt. Wenn überdies aus den scharfen analytischen Untersuchungen hervorgeht, dass die Stunden der Fluthen von Local- und Nebenumständen abhängen und verursacht werden, welche Local- und Nebenumstände der Calcul nicht angeben kann, so ist es schon evident, dass die Attraction nichts dabei zu thun hat. Es fehlt somit der evidente Beweis, dass die Local- und Nebenumstände einzig und allein von der Universalschwere producirt werden.

[36.] Aus der citirten Exposition folgt, dass man aus der öfter sich ereignenden Coincidenz der Fluthen mit den Stellungen der Sonne und des Mondes auf die Perturbation des Wassers durch diese beiden Gestirne geschlossen hat. Es existirt aber gar kein Phänomen, kein Factum, kein Ereigniss, welche insgesammt nicht mit der relativen Stellung der Erde gegen die übrigen Welt-

körper in Connexion wären. Dies ist nicht allein eine natürliche Folge des gleichzeitigen Daseins der Dinge, sie ist eine unausweichliche Nothwendigkeit, nicht nur des Zusammenhanges der Weltkörper und ihrer Bewegung, sondern es ist überhaupt Folge der Zeit, welche sich von den Ereignissen durchaus nicht trennen will.

Indem die Erde gegen und nach der Sonne schreitet, gibt sie durch ihre Doppelbewegung die Zeit; der Mond folgt der Erde überall, und Sonne und Mond werden tagtäglich durch die Rotation in den Meridian eines jeden Beobachters gebracht. Diese Thatsachen lassen sich nicht abändern, nicht auswechseln oder variiren; die Perioden schliessen sich, um wieder von Neuem anzufangen; eben durch die Connexion der periodischen Bewegungen lässt man sich verleiten, z. B. den Regen und den Wind mit den Mondesphasen in Zusammenhang bringen zu wollen; ja selbst Herschel suchte den Zusammenhang der meteorologischen Umstände mit den Mondesphasen. Die Astrologie begründete sich auf die verschiedenen Constellationen der Himmelskörper, und hat man Geduld genug, um emsig zu suchen, die Daten — welcher Ereignisse immer — mit den Stellungen der Weltkörper zu combiniren, so kann man nicht ermangeln, eine Coincidenz herauszufinden.

Dass die beiden Himmelskörper auf die Erde, besonders aber auf den Organismus auf ihr von Einfluss sind, ist wohl natürlich und zeigt sich auch durch tausendfältige Erscheinungen, welche über die Coincidenzen hinaus sind. Nie wird sich der Mensch von der Idee losmachen, dass die Sonne und der Mond einen decidirten Einfluss auf die Erde ausüben, und kann er sich über die Art dieses Einflusses keine Rechenschaft geben, so muss er auf verschiedene Ideen gerathen. Ob nun diese Ideen hinlänglich sind zur Begründung wissenschaftlicher Principien, das ist eine andere Frage.

Die Schlüsse, welche man aus den Fluthen gezogen hat, unterscheiden sich von den astrologischen dadurch, dass hier die Coincidenzen zahlreich sind, indem das Phänomen ein permanentes, in sehr kurze Perioden eingeschlossenes ist. Obwohl nun diese Coincidenzen weder constant noch genau sind, so scheinen sie doch hinlänglich zu sein, um die Ideen, welche man sich von ihren Ursachen macht, zu bestärken. Dieser Umstand aber ist nicht hinreichend, um zu proclamiren, dass die einzige Ursache der Fluthen „die Universalschwere ist.“ Was die mit wahrer Liberalität verbrauchten Ausdrücke betrifft, wie „ausser und über jeden Angriff (atteinte), über jeden Zweifel, über jeden Einwurf etc. erhaben,“

Digitized by Google

„keinen Widerspruch duldend," „unwiderlegbar," „die grösste Evidenz," „der höchste Grad von Gewissheit," „eine unbestreitbare Wahrheit etc.," so stehen diese wohl in gar keinem Verhältniss zu jenen Theorien, die nur aus Muthmassungen, Vorstellungen und Voraussetzungen bestehen, und in welchen man keine Spur eines positiven Wissens oder der Kenntniss einer offenen Thatsache findet. Diese Ausdrücke werden aber auch von jenen Gelehrten ganz flüssig gebraucht und verwendet, welche in der Geometrie und in der Mechanik nicht hinlänglich bewandert sind; zwei Wissenschaften, deren erstere als eine gut gelungene erkannt werden muss; diese beiden Wissenschaften können uns aber nicht sagen, wie die Universalschwere einwirkt.

Laplace sagt deutlich, dass die Fluthen sich der Analyse nicht unterwerfen, und dass glücklicherweise ihre Stelle durch die Untersuchung der allgemeinen Verhältnisse zwischen den Phänomenen der Fluthen und über die Action der Sonne und des Mondes auf das Meer vertreten wird. Die „Untersuchung" muss sich demnach, da die Analyse nicht hinzu kann, auf die Beobachtung beziehen, welche wieder das Phänomen selbst betrifft: wie man aber die Action der Sonne und des Mondes auf das Meer beobachten könne, ist ein noch unaufgelöstes Räthsel.

Die Fluthen sind darum durch die Attraction erzeugt, weil die Action der Universalschwere auf alle Himmelsphänomene bewiesen ist!! Wir haben gesehen, wie die Himmelsphänomene diese Action beweisen. Das Argument endlich, dass alle gelehrten Geometer und Astronomen einstimmig überzeugt sind, dass die Fluthen durch die Attraction producirt werden, ist kein analytischer Beweis. Die Alten waren darüber einstimmig, dass die Sonne sich um die fixe Erde dreht, die Neuen sind einstimmig davon überzeugt, dass die Erde sich um die fixe Sonne dreht und eine geschlossene Ellipse beschreibt; sie sind unanim in der Ueberzeugung, dass die Rotationsdauer der Erde der Sterntag, die wahre Umlaufszeit derselben die siderische ist; sie sind alle gleich überzeugt, dass die Ecliptik ein grosser Himmelskreis mit einer invariablen Ebene und mit Polen versehen ist; sie sind unanim darüber, dass die Cometen wandernde Weltkörper sind; alle sind der festesten Ueberzeugung, dass Licht und Wärme sich im Weltraume fortbewegen; sie sind unanim, dass die Abplattung der Erde durch die Centrifugalkraft hervorgebracht ist, sie sind Alle gleich der festen Ueberzeugung, dass die Attraction Bewegung hervorbringt, diese beschleunigt etc.; sie sind mit einem Worte über eine Menge von Dingen unanim überzeugt. Die Ueberzeugung von heute ist morgen eine andere und hat mit der Wissenschaft

nichts gemein; diese beiden sind nicht zusammengehörig; wo die eine ist, da wird die andere überflüssig. *)

[37.] Die Theorie Galilei's ist vernichtet, indem sie im Widerspruch ist mit den Gesetzen des Gleichgewichtes und der Bewegung der Flüssigkeiten!

Wir müssen wiederholt fragen, was versteht man unter Gesetzen?

Was haben z. B. hier die Gesetze der Flüssigkeiten zu bedeuten? Sind sie aus der Natur selbst entlehnt, oder sind sie da, um die Natur zu zügeln? Ein Naturgesetz ist allgemein und kennt keine Ausnahme. Die Flüssigkeitsgesetze müssen demnach eben so gut die Theorie Newton's vernichten, als sie jene Galilei's vernichtet haben.

Indem die Meeresfluthen von Jedermann bemerkt werden können, so kann ihre Existenz von den Geometern zugegeben werden, woraus alsogleich folgt, dass die Fluthen wahrscheinlich und auch möglich sind. Die Nichtexistenz der beiden Bewegungen der Erde ist bis heute von denselben Geometern noch nicht bewiesen, folglich ist diese Doppelbewegung wahrscheinlich und auch möglich. Aus diesen zwei Wahrscheinlichkeiten folgt wieder, dass die Fluthen auf einem Revolutionssphäroid, welches sich in einer Doppelbewegung befindet, möglich sind.

Nun entsteht die Frage, was eigentlich in diesem Phänomen den Flüssigkeitsgesetzen zuwider ist? Sind es die Fluthen oder die Erdbewegung? Wenn die Erde sich in Uebereinstimmung mit jenen Gesetzen bewegt, so können sich die Fluthen nicht erzeugen, folglich werden die Gesetze von der Erde übertreten; wenn aber die beiden Bewegungen der Erde keine den Gesetzen conträre Wirkung hervorbringen können, dann übertreten die Fluthen die Gesetze. Es blieb nun der Theorie nichts weiter übrig, als ganz einfach zu declariren, dass die Fluthen eine unnatürliche, eine ungesetzliche Erscheinung sind. Was widernatürlich und gesetzlos in der Natur ist, wird Anomalie, Störung genannt; da nun die Universalschwere allein dazu bestimmt und berechtigt ist, Störungen aller Art zu verursachen, so ist es klar, leicht begreiflich, ja es ist der höchste Grad der Evidenz und der Gewissheit, dass die Fluthen einzig und allein nur durch die Attraction producirt sein können. Dies ist der Syllogismus der grossen Geometer und sie beweisen:

1. Dass die Fluthen als ausgemachte Störung des Gleichgewichtes der Wässer ein unregelmässiges Phänomen sind, welches

*) Wie soll man sagen? „Ich weiss, dass ich davon überzeugt bin" oder „ich bin überzeugt, dass ich es weiss."

Digitized by Google

tagtäglich zweimal regelmässig erscheint. Aus diesem Grunde sind die Fluthen Folgen der Perturbation und mit den Gesetzen der Flüssigkeiten im Widerspruch.

2. Nachdem das Phänomen der Meeresfluthen mit den Gesetzen der Flüssigkeiten im Widerspruch ist, so ist auch dessen Ursache — welche immer diese ist — nothwendigerweise gleichfalls im Widerspruch mit denselben Gesetzen, und endlich

3. Da diese Gesetze die mit ihnen unverträgliche Theorie Galilei's vernichtet haben, so müssen sie aus demselben Grunde sowohl die Theorie Newton's als auch jede andere gegenwärtige und zukünftige Theorie gleichfalls vernichten.

[38.] Verfolgt man die grossartigen Arbeiten, welche Laplace in Bezug auf die Fluthen gemacht hat, so findet man, dass er seine Berechnungen nicht auf theoretische Ansichten, sondern auf die Beobachtungen stützt. Seine Untersuchungen über diesen Gegenstand umfassen mehr als eine 20jährige unablässige Arbeit und mehr als 60 Jahre der genauesten Beobachtungen, deren letzterer Theil auf seine Veranlassung gemacht wurde, und zwar in dem Hafen von Brest. Diese Beobachtungen verglich nun Laplace mit den Stellungen der Sonne und des Mondes, um einen Anhaltspunct zu haben zur Aufstellung einer Berechnungsmethode, nach welcher die Grösse und die Zeit der Fluthen auch für andere Häfen im Voraus angegeben werden können. Dass sein Verfahren scharfsinnig und geistreich ist, liegt klar am Tage. Hat man eine bedeutende Quantität genauer Beobachtungen über dasselbe Phänomen, welche mehrere oder viele Perioden umfassen, so ist man im Stande, aus ihnen zu entnehmen, wie das Phänomen sich künftig zeigen wird. Die Beobachtungen enthalten nämlich Alles das, was man Ungleichheiten, Variationen oder Störungen nennt; erkennt man nun durch ein unablässiges Vergleichen und durch eine genaue Prüfung, in welcher Ausdehnung und Grösse und zu welchen Epochen diese Veränderungen eintreten, so kann man z. B. die Stellung eines zum Sonnensystem gehörigen Weltkörpers für eine künftige Zeitperiode mit der Voraussetzung angeben, dass die fraglichen Veränderungen constant und in demselben Verhältnisse verbleiben, nach den Beobachtungen ab- oder zunehmen etc.

Dies ist nun die von der Tabellarastronomie befolgte Methode und nach dieser hat Laplace die Formeln angegeben, nach welchen die Mondestafeln construirt sind. Arago, als Gelehrter und Mensch gleich achtungs- und liebenswerth, sagt (IV. p. 83), dass Laplace „durch einen unvergleichlichen Scharfsinn und durch eine grenzen„lose Ausdauer die Vervollkommnung der Mondestafeln auf das „äusserste brachte. Die Mondestafeln geben für welch immer „eine Epoche die Position unseres Satelliten und erlauben alle

Digitized by Google

„Probleme der nautischen Astronomie mit solcher Genauigkeit zu „lösen, dass man Laplace als einen Wohlthäter der Menschheit „betrachten muss, indem er durch die Ephemeriden das Mittel ge„geben hat, den Seeverkehr sicher und schnell machen zu können."

So hat in der neuesten Zeit Leverrier, an grossartige Arbeiten gewohnt, welche die Annalen der Pariser Sternwarte füllen und der gelehrten Welt bekannt sind, die Tafeln des Planeten Mercur construirt und bekannt gemacht. Eine ungeheure Masse von Beobachtungen, in deren Besitz die genannte Sternwarte ist, machte es möglich, dass er eine Arbeit vollzog, welche vor ihm noch kein Astronom schon aus dem Grunde unternommen hat, weil die Bewegung dieses Planeten eine fast undurchdringliche Complication zeigt. Leverrier wurde in der Academie von seinen Collegen heftig angegriffen und beschuldigt *) in seine Rechnungen ein empirisches Element aufgenommen zu haben. Leverrier's Mercurstafeln sind genau, manche Beobachter haben sich davon bereits überzeugt, dass die Stellungen dieses Planeten mit den Angaben übereinstimmen, ja man könnte sagen, dass die Tafeln zu genau sind, dann trifft aber der Vorwurf die Zahlen, die ihrer Natur nach, besonders im Vergleiche zu der freien leichten Bewegung der Himmelskörper viel zu steif sind. Wir erwähnen diesen Fall nur, um den Leser in der Erkenntniss zu stärken, dass für die Astronomie ausser den Beobachtungen kein Heil erwächst.

Für den Seefahrer ist es von grosser Wichtigkeit die Zeiten der Fluthen zu kennen, ist es demnach möglich ihr Eintreffen in den Häfen durch den Calcul voraus zu bestimmen, so ist dies ohne Zweifel ein schätzbares Resultat. Um die Fluthzeit vorauszusagen, muss dieses Phänomen mit anderen, z. B. mit bekannten Himmelserscheinungen in Verbindung gebracht werden können, deren Periode mit jenen der Fluthen genau oder doch sehr nahe übereinstimmt; findet man ein solches Phänomen, so sind die Calculs mit einiger Sicherheit zu machen, ohne dass man nach der Ursache des Phänomens der Fluthen fragt. In unserem Falle zeigt sich kein anderes Phänomen als der Mond mit seinen abwechselnden Stellungen und Phasen, welche wieder mit den Stellungen der Sonne, also mit der Erdbewegung in steter Verbindung bleiben, es war somit keine Wahl und der Mond wurde als Vergleichskörper die Hauptgrundlage des Calculs. Was nun der Calcul aus der scheinbaren Uebereinstimmung der Phänomene herausbringen kann, das bringt er heraus; ein ganz anderes aber ist das Fragen nach dem *Warum* des Phänomens und wir sehen deutlich, dass ein Zusammentreffen

*) Die Sitzungen waren stürmisch, das Toben der Leidenschaft trat hervor und die Wissenschaft verhüllte ihr Antlitz.

Digitized by Google

der Zeiten die Ursache der Coincidenz nicht angeben kann; woraus dasselbe hervorgeht, was wir so oft wiederholen müssen, dass nämlich ein theoretisches Suchen nach den Ursachen mit der practischen Anwendung der Beobachtungen nichts gemein hat.

[39.] Die beständige Versetzung der Himmelskörper im Raume, die Veränderung der Variationen selbst, die Periodicität dieser Veränderungen und ihre Uebergänge enthalten schon die Elemente, nach welchen der Zustand eines Phänomens oder einer Bewegung nicht als constant betrachtet werden kann; fügen wir hinzu, dass die Veränderungen von grossen Zeitperioden, wie jene der Abnahme der Schiefe, der Präcession etc. nicht gekannt, ja dass noch unentdeckte Aenderungen vorhanden sein können, so wird es factisch, dass eine absolute Genauigkeit der Tafeln und ein für eine grössere Zeitperiode dauerndes Eintreffen der Phänomene mit diesen Tafeln eine nicht zu lösende Aufgabe ist. Sind aber die Phänomene der Bewegung der Himmelskörper, trotzdem dass diese sich frei, ungehindert im Raume fortsetzen, dennoch verschiedenartig abwechselnd, so ist das Phänomen der Meeresfluthen in einem viel höheren Grade und mit einer Unzahl von Variationen behaftet, deren Ursache herauszufinden, mit Gewissheit anzuzeigen an die Unmöglichkeit grenzt. Aus diesem Grunde hat einer der Alten, wie dies Arago bemerkt, die Fluthen „das Grab der menschlichen Neugierde“ genannt. Noch bemerkt Arago, dass die Calculs über die Zeiten der Fluthen sowohl, als auch deren Theorie noch manches zu wünschen übrig lassen.

Laplace, der trotz seiner Präoccupation, trotz seiner ausgesprochenen Vorliebe für die Attraction dennoch nie vergisst, dass die höchste Aufgabe des Weisen das Streben nach der Wahrheit ist, schliesst seine Theorie der Fluthen mit folgenden Worten: (Expos. p. 280.)

„Die vorausgesandten Untersuchungen, obwohl sehr allgemein, sind „noch sehr weit, die Beobachtungen der Fluthen in unseren Häfen zu re„präsentiren. Sie setzen voraus, dass die Oberfläche des Erdsphäroids „regelmässig und zugleich durch das Meer bedeckt ist, und man fühlt, dass „die grossen Unregelmässigkeiten dieser Oberfläche, die Bewegung der „Wässer, von denen sie nur theilweise bedeckt ist, bedeutend modificiren „müssen. Die Erfahrung zeigt in der That, dass die Nebenumstände Ver„änderungen in der Höhe und in den Stunden der Fluthen selbst in den „nachbarlichen Häfen hervorbringen. Diese Aenderungen dem Calcul zu „unterwerfen, ist unmöglich, da die Umstände, von welchen sie abhängen, „unbekannt sind; ja selbst wenn diese gekannt wären, so würde die ausser„ordentliche Schwierigkeit des Problems seine Auflösung verhindern.“

Also beobachten, beständig und immer beobachten! Jeder Hafen, jeder Punct der Erde, auf welchem sich die Fluthen zeigen,

erfordert unablässige genaue Beobachtung. Die Local- und Nebenumstände haben gleiche Wichtigkeit bei der Production des Phänomens und müssen als eben so viele Ursachen desselben betrachtet werden. Diese Nebenumstände sind aber gleichfalls veränderlich; das Bett und die Bassins verändern sich; verschiedene Ursachen, welche zur Erhöhung oder Senkung des Terrains (Meeresboden) beitragen, unter welchen die unterseeischen Vulcane mit ihren (unbeobachtbaren) Ausbrüchen, und die Erderschütterungen etc. entschlüpfen der Beobachtung, aber ihre Wirkung zeigt sich in den Variationen der Fluthen.

Gibt man zu, dass die Configuration der Erde in ihrer Gesammtheit betrachtet, für eine gewisse Zeitperiode constant bleibt, so kann man aus unzähligen Beobachtungen, auf die Periodicität des Phänomens schliessen, und einen Zusammenhang desselben mit der Stellung der Weltkörper herausfinden, man kann somit vorhersagende Rechnungen genau auf dieselbe Art machen, wie man sie über Sternbedeckungen und Finsternisse macht; in diesem Falle aber ist nicht mehr die Rede von der allgemeinen Schwere, welche als Element im Calcul nicht erscheint, sondern man calculirt nach den Stellungen und den Zeiten, welche nur Folgen der Bewegung sind, und die Coincidenz wird so verständlich. Niemandem ist es noch eingefallen zu sagen, dass die einzige Ursache der Eclipsen die Attraction ist.

Die Sonne übt ihre Wirkung auf alle Planeten und deren Satelliten aus, ihre Anziehung ist zugleich die Bedingung des Daseins ihres Systems. Ihre Action auf die Erde ist somit eine Realität und es handelt sich nur, welche Ideen man sich von der Art dieser Action macht? Die Action des Mondes aber auf seinen Planeten, ist schon a priori problematisch, sie wird aber unmöglich, wenn man bedenkt, dass er in einer totalen Abhängigkeit von der Erde nur dieser zu folgen, und an den geringsten ihrer Bewegungen Theil zu nehmen hat.

[40.] Die Oscillationen der Luftmasse, die atmosphärischen Fluthen fliessen aus derselben Ursache, welche jene der Wässer bestimmt. Laplace sagt:

„Um zum Ocean zu gelangen, hat die Action der Sonne und des „Mondes die Atmosphäre durchzudringen, welche folglich ihren Einfluss „empfinden muss, und Bewegungen unterworfen ist, welche jenen der „Meeresfluthen ähnlich sind. Hieraus entstehen die periodischen Varia„tionen in der Höhe des Barometers und die Winde, deren Richtung und „Intensität periodisch sind."

„Es scheint dass es am zweckmässigsten ist, diese barometrischen „Veränderungen am Aequator zu beobachten, denn nicht nur sind sie am „grössten, sondern auch, weil die Aenderungen, welche durch unregel-

Digitized by Google

„mässige Ursachen hervorgebracht sind, dort am kleinsten erscheinen. So „wie indessen die Meeresfluthen in unseren Häfen, in ihrer Höhe durch „die Nebenumstände bedeutend vergrössert werden, können sie ähnlicher „Weise die atmosphärischen Oscillationen vergrössern, so wie auch die „correspondirenden Variationen des Barometers, und es ist interessant „sich davon durch die Beobachtung zu überzeugen etc.“ (Expos. p. 291.)

„Die atmosphärische Fluth wird durch folgende drei Ursachen er„zeugt: die erste ist die directe Action der Sonne und des Mondes auf die „Atmosphäre, die zweite ist das periodische Steigen und Fallen des „Oceans, bewegliche Grundlage der Luft; die dritte endlich ist die An„ziehung dieser Flüssigkeit durch das Meer, dessen Figur sich periodisch „ändert. Diese drei Ursachen entspringen aus denselben attractiven Kräf„ten der Sonne und des Mondes; sie haben demnach so wie ihre Wirkun„gen dieselben Perioden wie die Kräfte, in Uebereinstimmung mit dem „Princip, auf welches ich meine Theorie der Fluthen gründete. Die atmo„sphärische Fluth ist somit denselben Gesetzen unterworfen wie die Fluth „des Oceans, sie ist wie diese, die Combination von zwei partiellen Fluthen, „deren eine durch die Action der Sonne, die andere durch die Action des „Mondes hervorgebracht ist. Die Periode der solaren atmosphärischen „Fluth ist ein halber Sonnentag, und jene der Lunarfluth ist ein halber „Mondestag. Da die Action des Mondes auf das Meer von Brest, die drei„fache jener der Sonne ist, so ist die lunaratmosphärische Fluth minde„stens die doppelte der Sonnenfluth etc.“ (p. 295.)

„Von welchem bezüglichen Einflusse sind auf die Lunarfluth die drei „Ursachen der atmosphärischen Fluth, welche ich erwähnte? Auf diese „Frage ist schwer zu antworten; indessen lässt die geringe Dichtigkeit „des Meeres im Vergleich zu der mittleren Dichte der Erde nicht zu, dass „man der periodischen Veränderung ihrer Figur eine sichtbare Wirkung „zuschreibe. Ohne die Nebenumstände würde auf unseren Breitengraden „die directe Action des Mondes unfühlbar sein. Diese Umstände haben in „der That einen grossen Einfluss auf die Höhen der Fluthen in unseren „Häfen, aber die atmosphärische Flüssigkeit ist um die Erde viel weniger „unregelmässig verbreitet als das Meer, ihr Einfluss auf die atmosphärische „Fluth muss viel geringer sein, als auf die Fluth des Oceans. Diese Be„trachtungen bestimmen mich, als Hauptursache der lunaratmosphärischen „Fluth in unseren Climaten das periodische Steigen und Fallen des Mee„res zu betrachten. Wir bemerken hier, dass die Attraction der Sonne und „des Mondes weder im Meere, noch in der Atmosphäre irgend eine con„stante Bewegung vom Orient nach dem Occident erzeugt; jene welche man „an der Atmosphäre zwischen den Tropen unter dem Namen der Alizé„(Passat-) Winde beobachtet, hat somit eine andere Ursache etc.“ (p. 296.)

„Wenn man alle Ursachen in Betrachtung zieht, welche das Gleich„gewicht der Atmosphäre stören, ihre — wegen ihres flüssigen Zustandes

Digitized by Google

„und wegen ihrer Schnelligkeit, —grosse Beweglichkeit, den Einfluss der „Kälte und der Wärme auf ihre Elasticität, endlich die Veränderung, „welche die Erdrotation in der relativen Geschwindigkeit ihrer Molecule „erzeugt, schon allein dadurch, dass sie sich im Sinne der Meridiane „versetzen, so wird man nicht erstaunen, dass diese Verschiedenheit „ihrer Bewegungen sehr schwer sein wird, bestimmten Gesetzen zu „unterwerfen."

Das Resultat dieser betrachtenden Untersuchungen ist, dass die beiden Fluthen des Meeres und der Luft in Verbindung sind und aus derselben Ursache herrühren. Die Hauptursache des Phänomens ist die Sonnen- und Mondesanziehung auf die Art combinirt, dass durch die Variation ihrer Wirkung das Phänomen, welches *eines* ist, als zwei betrachtet werden könne.

[41.] Die äussere Figur der Atmosphäre oder ihrer Masse ist jene eines Revolutionsphäroids; die Atmosphäre umhüllt, bedeckt die Erde gänzlich, von allen Seiten gleichartig, woraus folgt, dass die Anziehung der Sonne und des Mondes auf dieses Element ganz frei und ungehindert einwirken und alle Phänomene, welche die Theorie nur wünschen kann, hervorbringen könne. Die drei von Laplace angeführten Ursachen fallen in eine und dieselbe zusammen; folglich ist die Attraction allein, welche die atmosphärischen Fluthen erzeugt. Dann sind aber auch hier noch Nebenumstände, welche gleichfalls Ursachen sind. Dies sagt nun wieder, dass ausser den dreieinigen Ursachen auch noch andere da sind. Um nun die Oscillationen der Atmosphäre sich gut zu erklären, muss man ausser den Solar- und Lunarfluthen, noch Kälte- und Wärmefluthen, so wie auch Windfluthen aufstellen.

Wir bemerken, dass, wenn die Attraction die Atmosphäre in dieselbe Bewegung versetzt als die Wässer, so kann keine Windstille auf der Erdoberfläche sein, denn entweder steigt die Atmosphäre oder sie fällt, sie ist somit in einer eben so beständigen Bewegung als die Wässer des Oceans. Ist die Einwirkung der Attraction so stark, dass sie eine constante Bewegung der Luft, gleich jener der Wässer hervorbringt, so muss die Atmosphäre alles Mobile auf der Erdoberfläche, folglich auch uns mit sich reissen. Es scheint uns demnach, dass die Solar- und Lunarfluthen der Atmosphäre Früchte der Imagination sind, da ihre Existenz durch die Beobachtung nicht dargethan ist. Kennt man kein anderes Mittel und setzt man seine ganze Hoffnung auf den Barometer, so ist es eben so gut sich zu resigniren und alsogleich anzunehmen, dass diese Fluthen gar nicht da sind, indem der Barometer schwerlich die Lunarfluthen von den Solarfluthen unterscheiden und abzusondern wissen wird. Dass die Atmosphäre von dem Wasser angezogen wird und sich an das Wasser anschliesst, ist keine Ursache

Digitized by Google

ihrer Oscillation, dass sie sich aber mit den Wässern zugleich und gleichartig bewegt, ist die Folge der Meeresbewegung, woraus folgt, dass, ist einmal *eine* Bewegung da, so theilt sich diese der beweglichen Materie mit, welche immer die erste Ursache derselben ist.

Das Phänomen der Meeresfluthen geht auf der Erdoberfläche vor; wirken Sonne und Mond auf dieselbe Art auf die Atmosphäre ein, so muss das Phänomen ihrer Fluthen an der Oberfläche des Luftsphäroids vorgehen, also ausser dem Bereiche der Beobachtung liegen. Die Oscillationen der Luft auf der Erdoberfläche werden wohl im Zusammenhange mit der Totalität des Phänomens sein, dieses aber sicherlich nicht ganz repräsentiren.

Mit den unsichtbaren atmosphärischen Solar- und Lunarfluthen wollen wir uns insbesondere nicht befassen, die Meeresfluthen aber sind beobachtbar, messbar, handgreiflich, daher können wir sie betrachten.

Da ist nun ein grossartiges irdisches Phänomen, welches permanent mit allen seinen Variationen sich darstellt und dessen Erklärung das gesammte Wissen des Menschen in Anspruch nimmt. Es bietet somit der Analyse die Gelegenheit, ihre Allmacht zu zeigen und mit Hilfe der tiefsten Geometrie und der höchsten Mechanik auf Erden zu erscheinen, und uns so fasslich zu machen, wie sie die Geheimnisse dem Himmel sowohl als jene der Natur zu entlocken versteht? Warum entdeckt die Analyse die unbekannten Ursachen, die Nebenumstände nicht? Warum gibt sie die kurzen Perioden der Fluthen mit ihrer gewohnten Evidenz nicht eben so genau an, wie sie z. B. die seculären Störungen der Himmelskörper und deren Ursachen mit so gutem Erfolge bestimmt? Die Analyse gestehet ihre Ohnmacht und zieht sich vor den Fluthen bescheiden zurück. Wie nun die sich selbst überlassene, ihrer mächtigen Stütze, ihrer Beweismittel beraubte Theorie sich benimmt, können wir etwas näher ansehen um ihre eigene Kraft kennen zu lernen.

[42.] Die hervorragenden Sätze der Theorie sind folgende:

Die Fluthen sind ein gestörtes Gleichgewicht der Erdwässer. Die Störung ist durch die combinirte Anziehung der Sonne und des Mondes verursacht. Um das Gleichgewicht der Wässer zu stören, um überhaupt selbe in eine ausserordentliche Bewegung zu versetzen, muss die Erdanziehung auf ihre Wässer aufgehoben werden. Die vereinte Kraft der beiden anziehenden Weltkörper muss somit die Anziehung der Erde auf ihre Theile übertreffen.

Die grösste Wirkung der Attraction ist, wenn Sonne und Mond sich entweder in Conjunction oder in Opposition befinden.

Indem das Phänomen — in Bezug auf seine Zeiten — mit der Bewegung und mit den Phasen des Mondes mehr in Ueber-

einstimmung zu sein scheint, als mit der Sonnenbewegung, so ist es natürlich, dass man dem Mond einen grösseren Einfluss zuschreiben muss.

Der Mond äussert demnach auf die Erdwässer eine dreimal stärkere Anziehung als die Sonne. Damit dies möglich werde, hat man nur die Attraction nach den Würfeln der Entfernungen einwirken zu lassen.

Die Fluthen folgen dem Laufe des Mondes, d. h. seiner täglichen Bewegung von Ost nach West. Eine Fluth tritt in den Hafen ein, wenn der Mond sich eben in dem Meridian des Ortes befindet.

Da die Fluth zweimal des Tages (in 24 Stunden) eintritt, müssen Sonne und Mond auch auf die entgegengesetzte Seite der Erde, in dem oberen und in dem unteren Meridian zugleich einwirken.

Indem die Grösse und Zeit der Fluthen sich täglich ändert, so muss die Attraction sowohl, als auch die Wässer in ihre Molecule décomponirt werden; diese Decomposition der Anziehungskraft macht es möglich, dass Sonne und Mond auf die beiden Erdhälften und auch auf ihr Centrum zugleich agiren etc.

Wir haben bereits gesehen, dass die grössten Fluthen nicht zur Stunde der Syzygien, sondern anderthalb Tage später eintreten, woraus Newton folgerte, dass die Wässer nach dem Aufhören der Attractionseinwirkung diese Zeit benöthigen, um ihre Oscillationen fortzusetzen. In dieser Idee liegen eigene Dinge; indem während dieser Zeit drei volle Fluthen stattfinden, also nur die vierte, wenn der Mond bereits über 18° von der Sonne absteht, mit der Conjunction oder der Opposition zusammenfällt, so scheint hiemit die Attraction intermittent zu wirken, d. h. sie wirkt nur zeitweise, jede 36 Stunden z. B., also nicht permanent, sie hört zeitweise gänzlich auf zu wirken. Hierauf bemerkt nun Laplace, dass man solche Ansichten nicht aussprechen sollte, bevor man sie der Analyse nicht unterwirft! Die nämliche Analyse, welcher sich die Bewegung der Wässer nicht unterwerfen will, beweiset, dass Newton Unrecht hat, und dass die wahre Ursache der Verspätung in den Nebenumständen liegt.

In den Büchern, die über die Meeresfluthen sprechen, wird nicht das Phänomen selbst erklärt, sondern, wie dies schon üblich ist, es wird die Theorie explicirt. Nie vergisst man zu sagen, dass die Erklärung *leicht* ist. Dieses „leicht" macht oft den Effect, als wollte man sagen „es gibt nichts Leichteres als sich absurde Dinge einzubilden." Was man über das immense Phänomen erzählt, besteht darin, dass das Meer sich nicht ruhig verhalten kann und beständig steigt und fällt, in Folge der combinirten Anziehung der

Sonne und des Mondes. Im Laufe der leichten Explication zeigt es sich, dass weder die Zeiten noch die Grössen der Fluthen mit der Theorie übereinstimmen; dies hat aber nichts zu bedeuten und man fährt fort zu expliciren, warum sie nicht übereinstimmen, und beweiset endlich ganz klar, dass sie — aus unbekannten Ursachen — auch nicht übereinstimmen können.

Die Theorie aber bleibt die vollkommen richtige, einzig mögliche!

[43.] Der Ausgangspunct der Explication ist das Bleiloth (Senkblei), welches durch die combinirte Attraction der Sonne und des Mondes aus seiner verticalen Lage gebracht wird und beständig oscillirt. Das Senkblei aber ist viel zu klein, um seine Oscillationen beobachten zu können, man kann sie jedoch berechnen. Hätte man aber eine Wasserwaage (Libelle), welche von Europa bis nach Amerika reicht, so würde man sehen, wie die Luftblase stets sich zwischen den beiden Continenten, genau nach dem Laufe des Mondes auf- und abbewegt. Aus dieser geistvollen Darstellung ist es dann ersichtlich, dass es unmöglich ist, auf der Erdoberfläche hohe Gebäude oder sogar Thürme aufzuführen, denn sie würden durch die combinirte Attraction der Sonne und des Mondes alsogleich wie Kartenhäuser umgeworfen werden.

Sonne und Mond wirken somit auf das Senkblei *seitwärts*, denn würden sie in der Richtung der Verticalen einwirken, so könnten sie das Bleiloth nicht zu Oscillationen verleiten, sondern dasselbe direct aufziehen und dann wieder fallen lassen. So wirkt nun die combinirte Action auf die Wässer, um sie von ihrer verticalen Lage wegzuziehen.

Ist auf diese Art der Grund der Theorie gelegt, so wird erklärt und mittelst eines sehr deutlichen Diagramms anschaulich gemacht, dass die Anziehung die Wässer durchdringen muss, um bis zum Centrum der Erde, zu ihrem endlichen Ziele zu gelangen, dass folglich die Richtung der anziehenden Kraft nicht seitwärts, sondern senkrecht auf die Erdoberfläche, senkrecht auf das Niveau der Meere gerichtet ist. Hieraus folgt nun, dass das Wasser durch die Attraction nicht wie das Bleiloth auf die Seite geschoben, sondern in der Verticalen aufgehoben wird. Es entstehen somit aufgezogene Wasserblasen, woraus ersichtlich wird, dass die Attraction wie eine Pumpe wirkt, dass sie eine aspirante Kraft, eine Universalsaugpumpe ist.

Aus dieser bildlichen Darstellung des Phänomens folgt, dass das Meer sich an jenem Puncte der Erde erhebt, für welchen sich Sonne und Mond eben im Zenith befinden. Die Theorie aber sagt, dass die steigende Fluth dort ist, wo der Mond in den Meridian tritt; da nun der Meridian um die Erde ringsherum geht und der

Digitized by Google

Mond für alle jene Orte zugleich im Meridian ist — oberen oder unteren, gleichviel — deren Länge dieselbe ist, so muss die Attraction wieder „seitwärts“ einwirken, um überall in derselben Stunde eine Fluth zu machen. Nach dieser Bestimmung der Theorie müssen alle Häfen, die in demselben Meridian liegen, ihre Fluthen in derselben Stunde haben. Die Grundzahl, welche durch die Aequatorialposition des Mondes während seiner Syzygien für jeden Seehafen gegeben ist, muss demnach dieselbe sein für die in demselben Längengrade liegenden Häfen.

So z. B. sind nach dem Annuaire du Bureau etc. Mont Saint Michel und Bayonne gleich östlich 15′ von Paris; an dem ersteren Orte ist die Grundzahl $6^h30'$, an dem zweiten $4^h5'$: ein Unterschied von 2·5 Stunden in demselben Meridian; Rotterdam und Moerdick haben gleiche Längen, am ersteren Orte tritt die Fluth $2^h15'$ früher als an dem zweiten ein. Die zwei englischen Flüsse Humber und die Themse liegen in demselben Meridian, in dem ersteren Flusse tritt die Fluth 3 Stunden früher ein. Die Differenz zwischen den Längen von London und Dower ist 6 Minuten, so viel Zeit braucht nämlich der Mond, um von London nach Dower zu kommen; in London kommt die Fluth um $2^h15'$ und in Dower um $11^h10'$, folglich braucht die Fluth $3^h5'$, um diesen Weg zurück zu machen, woraus folgt, dass die Geschwindigkeit des Mondes hier 31mal grösser als jene des Wassers ist. Endlich liegen Calais und Dower sich am Canal gegenüber, mit einer Längendifferenz von 2′, am letzteren Orte ist die Fluth 39′ früher.

Die Theorie sagt, die Fluthen folgen dem Mond in seiner täglichen Bewegung, diese ist der Erdrotation in der Richtung entgegengesetzt; die Beobachtung aber sagt: „die Fluthen bewegen sich im Sinne der Rotation,“ von West nach Ost.

Auf diese Art findet man überall Klarheit, Evidenz, Uebereinstimmung mit dem Phänomen und der Beobachtung etc., welche die Theorie characterisirt.

[44.] Herschel sagt in seiner Astronomie p. 335: „Es gibt viele „Personen, die den Gegenstand der Fluthen schwer begreifen. „Dass durch seine Anziehung der Mond die unter ihm liegenden „Wässer des Oceans aufhebt, erscheint Vielen als sehr natürlich, „dass aber dieselbe Ursache und zu gleicher Zeit selbe auch auf „der andern Seite (der Erdkugel) aufhebt, scheint Vielen hand„greiflich absurd zu sein. Und dennoch ist nichts mehr wahr, noch „in der That mehr evident, wenn wir bedenken, dass nicht durch „seine ganze Attraction, sondern durch die Differenz seiner Anzie„hungen an den beiden Oberflächen und im Centrum die Wässer „gehoben werden etc.“

Unsererseits waren wir bisher nicht so glücklich — ausser den Gelehrten — Jemanden zu finden, der es natürlich findet, dass der Mond die Wässer aufhebt; man kann sich wohl einbilden, dass eine ungeheure himmlische Saugpumpe an der Wassermasse Blasen aufzieht, indem man weiss, wie z. B. an dem menschlichen Körper eine Blase aufgezogen wird; dass aber die Pumpe auf der andern Seite der Erde gleichfalls eine Blase aufzieht, gehört nicht mehr in das Reich des Begreiflichen, sondern in die übernatürliche Mechanik, in deren exclusivem Besitz die astronomische Theorie zu sein scheint. Die Pumpe wirkt somit von vorn und von hinten zugleich, vorne durch das Aufblasen, hinten durch das Zurückblasen; dies kann nun nicht mehr absurd genannt werden, denn die Münchhausiade ist über das Absurde erhaben, obwohl es theoretisch zu supponiren ist, dass durch eine grössere Absurdität die kleinere acceptabel wird.

Ferner sagt noch Herschel: „Ist die Wasserblase aufgezogen, „so kann sie nicht so leicht wieder ins Niveau kommen, indem „der Mond in seiner Bahn vorwärts gegangen ist, und das Wasser-„sphäroid ihm folgen muss. Die Wirkung ist die Production einer „ungeheuer breiten und ausserordentlich flachen Welle (Woge), „welche der scheinbaren Bewegung des Mondes folgt und keine „kreisende (circulirende) Störung ist etc.“ Herschel vergisst nicht zu erwähnen: „Die Geometrie beweiset, dass die Wirkung eines „Weltkörpers, um Fluthen zu erheben, umgekehrt proportional ist „dem Würfel seiner Entfernung.“

Der Mond arbeitet nach der Theorie mit der Differenz seiner Gesammtanziehung. Wo er diese Differenz hernimmt, wodurch seine Centralkraft decomponirt wird, ist eine Nebensache. Genug ist es, zu wissen, dass die Mondesanziehung, nachdem sie die grosse flache Blase aufgezogen hat, sich nach dem Mittelpuncte der Erde richtet, die Erdmasse durchdringt, um auf der andern Seite gleichfals eine ungeheure Welle aufzuziehen! Es ist aber ersichtlich, dass diese Einwirkung des Mondes auf die Erde eine unüberlegte Handlung des Satelliten ist, denn er versetzt sich hiedurch in die Unmöglichkeit oder vielmehr Unfähigkeit, die Rotation der Erde rückgängig zu machen und ihre Axe in Schwankung zu versetzen. Da man indessen nicht voraussetzen kann, dass der Mond ganz kopflos in die Welt hinaus wirkt, so wird es augenscheinlich, dass die gleichzeitige Production der Präcession, der Nutation, der Vorder- und Hinterfluthen der Wässer und der lunaratmosphärischen Fluthen nur als Prätext dient, um seine wahre Absicht zu bemänteln, welche keine andere sein kann, als die Erde mitten durch und entzwei zu brechen, um das Experi-

ment des Otto Gericke in einem etwas vergrösserten Maasstabe nachzumachen.

Da die Sonne auf dieselbe Manier mit der Differenz ihrer decomponirten Schwere auf beide Erdhälften zugleich einwirkt, so könnte man die Frage an sie stellen, warum sie die Erde nicht auch auf ihren beiden Hemisphären zugleich beleuchtet? Das Licht ist ja so analog mit der Attraction; beide zerstreuen sich, beide haben ihre successive Transmission, beide gehorchen dem Quadratgesetze! Fasst diesen Umstand ein leichter Explicator gehörig auf, so haben wir bald die Entdeckung, die Bestimmung, die vollkommen exacte Theorie und die evidente Demonstration eines geheimnissvollen Phänomens noch zu gewärtigen. Der leichte Erklärer wird uns klar darstellen: „Das Licht muss, um zu den Wässern zu gelangen, die Atmosphäre durchbrechen; um zu den festen Theilen der Erde zu kommen, muss es die Wässer durchdringen; bis es in den Mittelpunct der Erde anlangt wird es decomponirt, und seine Differenz kommt auf der andern Seite der Erde hinaus, um dort den Mond zu beleuchten, wenn derselbe sich in dem Schattenkegel befindet.

Wir haben bemerkt, dass aus Herschel's Explication hervorzugehen scheint, wie eine kleine Absurdität dadurch wahr und evident wird, wenn man mit einer grösseren Absurdität auftritt. Es wäre in der That schwer, sich eine mächtigere Absurdität einzubilden, als die Decomposition der Anziehung und die Einwirkung mit ihrer Differenz. Dies ist das Maximum des Absurden, es ist die Krone der Attractionstheorie.

Eine Masse noch mehr als in ihre Molecule zu decomponiren, wäre wohl eine schwere Aufgabe. Wenn aber jedes einzelne Molecul besonders anzieht, so wird wohl die Totalsumme aller Molecularanziehungen die Attraction der Masse selbst vorstellen. Setzt man nun anstatt der Molecule Massentheile, so ist die Anziehung dieser Theile proportional der Quantität ihrer Molecule und ihre Summe ist wieder gleich der Totalmasse.

Wenn demnach Newton sagt, dass ein Ueberschuss der Sphäre besonders anzieht und auch besonders angezogen wird, so kann er darunter nur verstehen, dass die Anziehung des sphäroidischen Körpers um jene des Ueberschusses vergrössert ist: denn nie konnte ein Newton sagen wollen, dass, indem oder während der Erdäquator anzieht oder angezogen wird, die übrige kugelförmige Erde weder anzieht noch angezogen wird.

Was ist aber, fragen wir jene Decomposition und Anziehungsdifferenz, welche bei den Meeresfluthen ihre Rolle spielen? Der eine Theil der Attraction ist in Repulsion verwandelt, denn nur durch die Repulsion kann das Wasser auf der andern Seite

Digitized by Google

der Erde aufgestossen werden. Nehmen wir an — was die gleichartige Wirkung auch voraussetzt — dass die eine Hälfte z. B. der Mondesanziehung in Abstossung verwandelt ist, und bleiben wir in dem normalen Zustand des Gedankens, so ist es natürlich, dass die beiden entgegengesetzten Wirkungen sich aufheben und der Mond gar keinen Einfluss auf die Meere ausübt. Wie will nun die Theorie dass die beiden combinirten Kräfte wirken sollen. Die Mondesanziehung bleibt vorne und hebt das Wasser auf, die Mondesabstossung durchdringt die Erde und stösst das Wasser hinten auf. Die beiden von einander unabhängigen Kräfte des Mondes arbeiten jede für sich; dies nennt man die Einwirkung durch die Differenz der Anziehung.

[45.] Betrachten wir die Attractionsmechanik der Fluthen.

Die Atmosphäre und das Wasser — zwei bewegliche Elemente — machen das Erdsphäroid vollständig, indem sie die Höhlungen, die Vertiefungen der festen Erde ausfüllen, die Erhöhungen (Asperitäten) bedecken. Was das Wasser nach Verhältniss seiner Menge unbedeckt lässt, wird von der Atmosphäre umgeben, eingehüllt, überdeckt. Die geballte Materie der Erde besteht somit aus einem soliden und zwei mehr und mehr leichten, flüssigen, beweglichen Theilen. Der Halbmesser der Erde fängt bei ihrem Mittelpuncte an und endet an den Grenzen der Atmosphäre. Die beiden beweglichen Theile tragen zum Gleichgewicht, zur Stabilität der Erde bei, sie helfen die Lage ihres Schwerpunctes zu bestimmen, ihre Bewegung zu regeln oder zu balanciren, während ihre sphäroidische Figur durch jene Anziehung erhalten wird, welche ihr Mittelpunct auf die Gesammtheit der Molecule ihrer Materie ausübt; diese Anziehung sucht zugleich jede unordentliche Bewegung, welche auf der Oberfläche in ihren losen oder lockern Theilen vorgeht, aufhören zu machen, um die ungehinderte, leichte, planetarische Bewegung herzustellen.

Die Solidarität der drei, die Erde bildenden Elemente, der drei Modificationen der Materie, oder endlich der drei unterschiedlichen, soliden, wässerigen und atmosphärischen Theile des Erdglobus ist an sich klar. Sie nehmen gleichen Antheil an allem, was sich auf die Erde als Weltkörper bezieht, sie betheilen sich in ihren planetarischen Eigenheiten. Die Bewegung der Erde bedingt die Bewegung aller ihrer Theile, und die Bewegung des einen Theiles hat die Bewegung des anderen zur Folge: sie sind so aneinander gefesselt, dass, wenn z. B. die Atmosphäre die Erde verlassen wollte, so würden ihr die Wässer alsogleich nachfolgen, und die beiden würden die Erde selbst nach sich ziehen. Der Zusammenhang der atmosphärischen und Wasserfluthen wird hiedurch verständlich, die Bewegung des einen Elements theilt sich dem

Digitized by Google

andern mit und es ist absolut unmöglich, dass irgend ein Theil der Erde eine eigene, von den übrigen Theilen der Materie unabhängige Bewegung haben könne.

Die analytischen Untersuchungen der Geometer haben mit ihrer sprichwörtlichen Evidenz und unanim bewiesen, dass die Atmosphäre und die Wässer, so auch der solide Theil der Erde, einen und denselben Körper ausmachen, dass sie zusammengenommen die Masse derselben repräsentiren, und dass man sie so betrachten müsse, als würden sie in ihrem Mittelpunct vereinigt sein. Da nun die Universalanziehung durch das Centrum auf das Centrum zwischen Weltkörpern einwirkt, so folgt, dass die Erde von diesen so angezogen wird, als würde ihre Gesammtmasse — also auch Luft und Wasser — in einem einzigen Punct, im Centrum beisammen sein. Dieses Princip oder Gesetz, welches sich auf eine, die Vernunft befriedigende Art zeigt, ist auch durch die Theorie der Fluthen vollkommen vernichtet.

In der That, übt sich die Action vom Centrum auf das Centrum aus, so ist die beiden Mittelpuncte verbindende Linie ohne Dimensionen, somit wird die Anziehung, welche nach der Theorie die Luft, die Wässer und die soliden Theile durchdringen muss, um zum Centrum zu gelangen, auf ihrem Weg nur unendlich kleine Quantitäten, äusserst wenige Molecule der Materie begegnen, und das Phänomen der Fluthen ist durch die Attraction unmöglich.

Man kennt die ausserordentliche Wirkung welche die Winde auf das Meer äussern; man weiss dass die Veränderungen in der Bewegung der Wässer, so wie auch ihr Anblick (Aspect) unendlich sind, und dass diese von der Richtung der Winde in Bezug auf die Oberfläche desselben abhängen, d. h. von dem Einfallswinkel der Winde und von ihrer Kraft. So z. B. scheinen die horizontalen Winde nur die äusserste Oberfläche des Wassers zu berühren ohne bedeutende Oscillationen hervorzubringen; je grösser aber der Einfallswinkel wird, desto tiefer dringen sie in das Wasser oder in seine Masse ein, und bringen eine stärkere Bewegung hervor, je nach dem Verhältniss ihrer Stärke. Die Bewegung geht somit in der Richtung der Kraft vor und ist dieser proportional. Welche nun immer die Kraft ist, die die Wässer in Bewegung versetzt, so bleibt das hier Erwähnte unverändert.

Durch die Einwirkung der Winde versetzen sich die Wassermassen; sie treten aus ihren Bassins und verursachen Ueberschwemmungen. Die Meeresfluthen sind aber nicht durch die untergeordnete Bewegung der Luft hervorgebracht, und es genügt hier erwähnt zu haben, dass diese Bewegung der Atmosphäre fähig ist, den Wässern eine solche Bewegung mitzutheilen, welche an

Digitized by Google

Grösse denselben Effect als die Fluthen hervorbringt. Wir haben somit zu betrachten, wie die Wässer sich abwechselnd heben und senken, und welche Wirkungen auf diese Art im Allgemeinen entstehen?

[46.] Stellen wir uns ein isolirtes, ziemlich grosses und ringsherum begrenztes Meer vor. Es ist selbstverständlich, dass dieses Wasser sich wie ein Spiegel an die sphäroidische Erde schmiegt, und so lange im Niveau bleibt, bis eine Kraft auf dasselbe einwirkt, um seine ganze Masse oder einen Theil derselben in Bewegung zu setzen. Setzen wir voraus, dass eine Kraft, wie man sich die Attraction vorstellt, eine bedeutende Masse Wassers in der Mitte des Meeres aufhebt, also jene Blase, Welle oder Woge bildet, wie man diese der Mondesanziehung zuschreibt. Diese Woge kann nun nicht aus jener Wassermasse bestehen, welche unter dem Niveau tief liegt, sie kann sich allein nicht erheben, ohne dass die übrigen Massentheile daran theilnehmen. An die Stelle der aufgehobenen Masse treten zuerst die nächsten Wassertheile, diesen folgen die übrigen, und die ganze Oberfläche des Meeres verändert ihr Niveau. An den Ufern ist die Ebbe wahrnehmbar, eine Verminderung des normalen Wasserstandes, ein scheinbares Senken. Fällt nun die aufgehobene Masse wieder zurück, so vertheilt sie sich an der Oberfläche und das frühere Niveau stellt sich her; an den Ufern wird der Wasserstand nicht höher, sondern nur der ursprüngliche. Hieraus folgt, dass ein einfaches Erheben und Senken wohl eine Ebbe aber keine wirkliche Fluth hervorbringt.

Stellen wir uns nun eine Kraft vor, z. B. die Atmosphäre, welche senkrecht auf das Wasser drückt und in der Mitte seiner Masse eine Vertiefung hervorbringt; dies ist der umgekehrte Effect und an den Ufern wird die Fluth wahrnehmbar; nach dem Aufhören der Wirkung erfolgt aber keine wirkliche Ebbe, sondern nur die Herstellung des Niveau. Wir sehen demnach aus diesem Beispiele, dass um die Wässer zu heben und wieder tiefer zu drücken, eigentlich zwei verschiedene Kräfte entgegengesetzter Wirkung nöthig sind, dass somit die Attraction allein die Fluthen nicht erzeugen kann.

Stellen wir uns ferner vor, dass in unserem Beispiel das Wasser in der Wirklichkeit gehoben und gesenkt wird, so werden die Erscheinungen der Fluthen sich verändern, wenn die Einwirkung der Kräfte von der Mitte des Meeres auf verschiedene Puncte seiner Oberfläche versetzt wird; je mehr sich dieser Punct dem einen Ufer (Hafen) nähert, desto grösser wird sich das Phänomen gestalten und die übrigen Häfen werden je nach ihrer Lage veränderte Erscheinungen wahrnehmen. Ist nun die Ausdehnung des Meeres sowohl als der Ort der Einwirkung der Kräfte eben so be-

Digitized by Google

kannt wie die Positionen der Häfen, so hat man sich eine Vorstellung davon gemacht, was unter Local- und Nebenumständen zu verstehen ist?

Aus unserem Beispiel ist ersichtlich, dass, um das Phänomen der Fluthen hervorzubringen, die Kraft oder die Kräfte partiell auf das Meer einwirken müssen, d. h. nur auf einen gewissen Theil desselben. Fragen wir z. B. welche Wirkung würde eine Anziehung oder ein Druck hervorbringen, wenn die ganze Masse des Meeres aufgehoben oder deprimirt werden soll? Die Wirkung auf das Wasser selbst wird absolut Null sein, denn es wird in keinem der beiden Fälle in Bewegung gebracht. Im ersten Falle wird mit der Wassermasse die Erde selbst zugleich gehoben, und im zweiten wird das Wasser mehr an die Erde gedrückt, wodurch die Kraft wieder nur auf die Erde selbst einwirkt. Wir können aus diesen Betrachtungen schliessen, dass um die Meeresfluthen zu erzeugen, die Kraft theilweise einwirken und in Bezug auf die Erde localisirt sein müsse.

Wir haben gesehen, dass, um die Fluthen durch die Attraction zu erzeugen, die Theorie das Gesetz der Action vom Centrum auf das Centrum aboliren, und die der Molecule auf die Molecule aufstellen musste. Betrachten wir die Folgen dieser Voraussetzung und sehen, ob dieser Uebergang von der Masse auf die Molecule der Materie auch wirklich zu etwas führt?

[47.] Man muss sich z. B. vorstellen, dass die Totalität der Sonnenmolecule eine Action auf alle Molecule der Erde ausübt. In ihrer Allgemeinheit genommen, ändert diese Thesis durchaus nichts an der Art der Attractionseinwirkung; ist die Action eine totale, so ist sie dieselbe als in der Voraussetzung, dass die Molecule im Centrum vereinigt sind. Stellt man sich aber vor, dass die Molecule einwirken, so hat man zwei Fälle zu bemerken; entweder ist die gegen die Sonne gekehrte Hemisphäre der Erde, welche in der Gesammtheit ihrer Molecule angezogen wird, oder es dringt die Attraction durch die Erdsphäre und wirkt zugleich auch auf die von der Sonne abgewendete Seite der Erde. Im ersten Falle, in welchem die Sonne beiläufig so auf die Erde einwirkt als sie diese beleuchtet, suchen die der Attraction mehr ausgesetzten Molecule der Atmosphäre und der Wässer sich von der festen Erde zu entfernen und die Erde, die sich von ihnen nicht trennen will, folgt ihnen, es wird somit eine Acceleration in der Erdbewegung hervorgebracht; im zweiten Falle werden Atmosphäre und Wässer durch die Sonnenanziehung stärker an die Erde gedrückt, und dadurch gleichfalls die Geschwindigkeit der Erde vergrössert, aber in keinem der beiden Fälle gibt es Fluthen, weil die Molecule in ihrer Gesammtheit angezogen sind: fügen wir hinzu dass,

wenn die Proportionalität der Anziehung nach den Massen dem Gesetze gemäss aufrecht bleibt, es deutlich ist, dass die Attraction sich an die grossen Massen hält und anstatt der sehr leichten Atmosphäre und des wenig dichten Wassers — deren Quantität ohnehin unbekannt ist — die Erde selbst ziehen wird. Wir sehen somit, dass jede partielle Anziehung auf Separattheile, in ihrem Resultate, dennoch auf die Erde selbst einwirkt und anstatt Fluthen zu erzeugen, die Perturbation in der Erdbewegung verursacht.

Um nun die Fluthen durch die Attraction zu haben, musste man sich einbilden, dass in der Sonne sich gewisse Molecule befinden, welche vorzugsweise gewisse irdische Molecule sich aussuchen, die sich in einer günstigen Position befinden, um auf sie einwirken zu können; dies ist um so mehr nöthig, als ohne diese Vorsicht die Steigung der Wässer allgemein, und auf der ganzen Erde überall constant sein würde, was unmöglich ist und in der Wirklichkeit auch nicht stattfindet.

Die theilweise Anziehung auf isolirte oder separirte Theile eines Weltkörpers ist eine Vorstellung, welche wir weder definiren noch qualificiren wollen, aber es stellt sich deutlich heraus, dass die Theorie der Fluthen allein hinreicht, alle Gesetze der Universalgravitation umzustossen, das am meisten begünstigte, das bekannte Quadratgesetz nicht ausgenommen.

Setzen wir noch immer voraus, dass es die Attraction ist, welche die beiden mobilen Theile der Erde in Bewegung versetzt. Um bis zu den Wässern zu gelangen, muss diese Kraft — wie wir es lernen — die Atmosphäre durchdringen, folglich ist es dieses ihrer Action viel näher stehende Element, welches zuerst in Bewegung versetzt wird. Wir fragen nun, wie will man, dass die Attraction einwirke? oder welche ist endlich die wahre Bedeutung des Wortes „anziehen?“ Zieht die Sonne die Materie an, so muss sich diese ihr nähern; die Sonne trachtet somit, die Erde ihrer Atmosphäre und auch ihrer Wässer zu berauben, selbe an sich zu ziehen. Ist die Atmosphäre angezogen oder erhoben, so nehmen ihre Stelle die Wässer ein und steigen in demselben Verhältniss; hieraus folgt, dass die Wasserfluthen die natürliche Folge der Luftfluthen sind, und dass die Sonne gar nicht nöthig hat, ihre Anziehung bis auf die Wässer gelangen zu lassen. Da aber das Wasser nicht überall ist, also die Atmosphäre nicht überall auf einer mobilen Basis ruht, welche Folgen wird eine Lufterhebung auf die soliden Theile der Erde haben? Die Production des leeren Raumes und dadurch die Zerstörung der organischen Geschöpfe, oder eine einfache Verdünnung der Luft? Das Erstere ist unmöglich, der leere Raum erzeugt sich nicht, das Zweite ist unfühlbar und gleich Zero, es bleibt somit der Attraction nichts übrig, als immer nur auf die

Digitized by Google

Erde selbst und immer auf dieselbe Art einzuwirken, was sie auch wahrscheinlich thun wird.

[48.] Indem man die Centralaction sowohl, als auch die Proportionalität derselben nach den Massen verlassen hat und auf die Molecular- und partielle Einwirkung übergegangen ist, musste man eigene Ideen aufstellen, welche nicht ermangeln, Missverständnisse, Irrungen zu veranlassen.

So z. B. ist es durchaus unfasslich, was Newton sich darunter vorstellte, dass die *unter* der Sonne befindlichen Wassermolecule stärker angezogen werden?" Im Raume gibt es überhaupt kein Unten und kein Oben, und die gewöhnliche Orientirung ist relativ. Die Stellung zweier Weltkörper gegen einander kann nur durch jene gerade Linie bestimmt sein, welche ihre Mittelpuncte verbindet; ist in dieser Linie ein Beobachter, so sieht er den fraglichen Körper in seinem Zenith. Sonne und Erde können in Bezug auf einander in keine andere Stellung kommen, welche immer die scheinbare Lage der Sonne für den Beobachter ist. Ist nun die Sonne im Zenith — wo sie immer ist — so ist es absolut unmöglich, ein Unten und ein Oben der Erdwässer anzugeben, und man müsste, um einen Unterschied in der comparativen Lage der Erdpuncte zu bezeichnen, dieselben auf den Umkreis der Sonnenscheibe beziehen. Hat z. B. Newton sich die Sonne im Horizont und so eine Lage des Meeres unter der Sonne (Horizont) vorgestellt, so sind beim Sonnenaufgang die mehr gegen den Orient, bei ihrem Untergang die mehr gegen den Occident situirten Meeresmolecule stärker angezogen; woraus dann folgen würde, dass die auf die Fluthen stärker einwirkenden Sonnenmolecule auf dem östlichen und westlichen Rande ihrer Scheibe zu suchen sind. Was von diesen — sich entgegengesetzten — Sonnentheilen gilt, muss für ihren ganzen Umfang gelten, und man müsste der Sonnenscheibe eine ringförmige Action, d. h. eine Attraction zuschreiben, welche von dem Mittelpunct der Sonne als Minimum gegen die Ränder zunimmt und in der Peripherie ihr Maximum erreicht.

Indem die Perioden der Fluthen mit jenen des Mondes einzutreffen schienen, hat die Theorie dem Satelliten eine grössere Thätigkeit als der Sonne angewiesen, und sie sagt, „die Anziehung des Mondes auf die Erdwässer ist dreimal so stark als jene der Sonne."

Für die gewöhnlichen Arbeiten der Attraction findet man, dass sie mit dem Quadrat der Entfernung abnehmen kann. In diesem Falle stehen die Dinge nach den Gesetzen und den astronomischen Bestimmungen so, dass wenn Sonne und Mond in gleicher Entfernung auf die Erde einwirken, ihre Attraction ihrer Masse proportional ist; da nun die Sonnenmasse 31,234368mal

Digitized by Google

grösser als jene des Mondes ist, so ist auch das Verhältniss ihrer Anziehungen gegeben. Ist die Masse, Anziehung und Entfernung des Mondes von der Erde die Einheit, und die Sonne ist 400mal entfernter, so ist ihre Anziehung auf die Erde nach dem Quadratgesetze 195mal stärker als jene des Mondes. Will man nun, dass der Mond dreimal so stark wirke als die Sonne, so muss man entweder seine Masse 585mal grösser machen, in welchem Falle diese 6·64mal die Erdmasse übertrifft, oder man muss die Sonnenmasse 585mal kleiner machen. Obwohl dieses leicht zu bewerkstelligen ist, so meint doch die Theorie, dass diese Operation nicht geistreich genug ist; man gelangt nämlich zu demselben Resultat, wenn man, anstatt die Sonnenmasse direct zu vermindern, ihre Wirkung einschränkt, das heisst die Attraction vermindert, wobei man jene des Mondes unverändert — als Einheit — belässt: nach dieser scharfsinnigen Conception soll die Sonnenanziehung nach dem Würfel der Entfernung abnehmen; bleibt auf diese Art die Entfernung des Mondes die Einheit, so bleibt auch seine Attraction dieselbe. So wird nun die Sonnenattraction 400mal verkleinert, und es stellt sich das Verhältniss $\frac{195}{400} = 0{\cdot}4875$ heraus, wodurch die Anziehung des Mondes 2·031mal grösser als jene der Sonne wird. Das Würfelgesetz reicht somit noch nicht hin, um das „dreimal stärker" herauszubringen, man ist aber auch mit zweimal zufrieden. Nachdem man auf diese bequeme Art die Attraction arrangirt hat, lehrt man in den Büchern und in den Schulen, dass der Mond darum die Erde so stark anzieht, weil er ihr viel näher als die Sonne ist. So wird unablässig und unbarmherzig auf die Vernunft losgedroschen!

Man kann indessen hoffen, dass die Attraction der Weltkörper sich durch den Austausch der Quadrate und der Würfel eben so wenig verändert, als die Rotationsdauer der Erde durch das Zurückrücken sich geändert hat. Ob die Theorie mit ihren Würfeln etwas gewonnen hat, werden wir sogleich sehen.

[49.] Die Theorie erkennt, dass die Molecule, welche sich von der Erde losmachen, von ihr trennen wollen, von der Erdanziehung (Schwere) zurück- und festgehalten werden, sie erkennt, dass die Erdanziehung das gestörte Gleichgewicht in ihren Theilen herzustellen sucht, woraus sie das Fallen der Fluthen erklärt. Die Centralanziehung, welche die Erde auf alle ihr Sphäroid constituirenden Theile gleich ausübt, ist demnach nicht hinlänglich die Störung zu verhindern; die Fluthen werden fortwährend erzeugt, sie sind so permanent, wie die Einwirkung der Sonne und des Mondes auf die beweglichen Theile der Erde es ist. Die Theorie

drückt somit verständlich aus, dass die Fluthen, ohne die Störung des Gleichgewichtes, welche Sonne und Mond verursachen, nicht existiren könnten, indem die Erdanziehung die Meere in demselben Niveau, ihrer Sphäroidicität entsprechend, erhalten würde. Um nun das Phänomen der Fluthen möglich zu machen, muss nicht allein die combinirte Anziehung beider Körper, sondern auch jede einzeln für sich genommen eine stärkere Wirkung auf die beweglichen Theile der Erde ausüben, als diese selbst ausübt. In der That erzeugen nach der Theorie Sonne und Mond ihre eigenen Wassersphäroiden, ihre eigenen Fluthen, die sich dann vereinigen, kreuzen, vergrössern, contrariiren etc.

Die Erdanziehung ist mit einem Worte übertroffen und durch die Anziehung der beiden Körper annullirt, die Erde hat keine Gewalt mehr auf ihre eigenen Theile, diese sind der äusseren Anziehung unterworfen, preisgegeben. Dies ist, was wir eine monströse Theorie nennen, durch welche das Bestehen der Erde selbst unmöglich gemacht ist. Könnte man sich vorstellen, dass bei einer solchen Einwirkung der äusseren Anziehung das Ballen der Materie möglich ist? Wie kam nun die Erde zu ihrer Atmosphäre, zu ihren Wässern, wenn diese von der Sonne und dem Mond stärker angezogen werden, als durch das Erdcentrum? Darin aber, dass die Erde ihre Atmosphäre und Wässer hat, liegt der factische Beweis, dass diese von den beiden Körpern nicht angezogen werden. Wie könnte man ferner die Bewegung der Wassermassen der Sonnen- und Mondesanziehung zuschreiben, ohne zugleich alles das in Bewegung zu setzen und darin zu erhalten, was auf der Erdoberfläche los oder mobil ist? Müsste nicht die gesammte Thierwelt, wir alle stets gegen den Mond stürzen und wie die Wässer steigen und fallen? Die thierische Materie ist eben so dicht wie das Wasser, es fehlt demnach die Aufstellung der Menschenfluthen und zwar der Solar- und Lunarmenschenfluthen!

Diese widernatürliche Theorie, nach welcher die Attraction der Sonne und des Mondes auf die Molecule der Erdmaterie eine stärkere Wirkung als die Erde selbst ausübt, ist überdies im grellsten Widerspruch mit Newton's Attractionstheorie. Um die Inconsequenz der Ideen deutlich zu sehen, haben wir uns nur zu erinnern, dass Newton sagt: „so wie die Anziehung der Erde auf den auf ihre Oberfläche fallenden Körper wirkt, so wirkt sie auf den Mond nach dem Quadratverhältniss seiner Entfernung."

Der fallende Körper ist die Einheit der Masse, ein Molecul der Materie. Nun fragen wir, welche Wirkung äussert der Mond oder dessen Attraction auf diesen an der Erdoberfläche fallenden Körper? Setzen wir den Fall, ein Stein soll von der Höhe von 5 Metres frei fallen. Wirkt der Mond mit gleicher Kraft — wie

Digitized by Google

jene der Erde — auf ihn, so bleibt er in der Luft schwebend, wirkt der Mond stärker als die Erde auf ihn ein, so fällt der Stein in den Mond. Im ersten Falle — der gleichen Kraft — müsste der Mond die Erde an Masse 3481 mall übertreffen, im zweiten doppelt oder dreifach — wie die Theorie eben will — also 6962 oder 10443 Erdmassen haben.

Die Erde übt — nach Newton — auf den Mond eine 3600 mal kleinere Wirkung als auf den fallenden Körper aus, weil seine Entfernung von ihrem Mittelpuncte 60 mal grösser ist. Hieraus folgt unmittelbar, dass der Mond auf diesen fallenden Körper eine Anziehung nach dem Quadrat seiner Entfernung und seiner Masse proportional ausübt. Des Mondes Mittelpunct ist — nach der gewöhnlichen Annahme — 59 mal entfernter als jener der Erde und seine Masse ist der 88. Theil der Erdmasse; somit ist die Attraction des Mondes auf den fallenden Stein nach dem Quadratgesetz $(59)^2 \times 88 = 306328$ mal geringer als jene der Erde, nach dem Würfelgesetz aber noch 59 mal kleiner, woraus das Verhältniss der beiden Anziehungen durch die Zahlen 1 zu 18,073352 oder wie 0·0000000583 zu 1 ist, das heisst, die Erdanziehung auf ihre Theile ist mehr als 18,000000 mal grösser als jene des Mondes. Von demselben fallenden Stein ist der Sonnenmittelpunct in runder Zahl 24000 mal mehr entfernt als der Erdmittelpunct und ihre Masse soll 354936 Erdmassen betragen. Die Sonne übt somit auf den Stein nach dem Quadratgesetz eine Anziehung aus, die 1623 mal geringer als jene der Erde ist; das Würfelgesetz vermindert diese Attraction 24000 fach und die beiden Anziehungen werden wie 1 zu 38,952000 oder wie 0·0000000257 zu 1. Die vereinte Anziehung der Sonne und des Mondes auf die Erdtheile ist somit wie 0·000000081 zu 1, das ist die Erde zieht die Molecule ihrer Materie bei 13,000000 mal mehr oder stärker an als die beiden Himmelskörper zusammengenommen. Aus diesem Umstande folgt aber, dass die Anziehung der Sonne und des Mondes auf die Erdtheile so gut wie Zero ist, sie daher die Fluthen nicht erzeugen kann.

Wir sehen, dass die Mondesanziehung selbst nach dieser Rechnung doppelt so gross als jene der Sonne ist. Indem es gelehrt wird, dass der Mond so gegen die Erde fällt, wie der Stein, dass den Stein die Schwere in Bewegung setzt, und folglich die Erde auf den Mond mit ihrer Schwere einwirkt, so zeigt sich ein ganz anderes Verhältniss der Anziehungen, wenn die Attraction die Schwere ist. Ist die Schwere der Erde die Einheit, so ist — nach der Theorie — die Schwere des Mondes = 0·163 und jene der Sonne = 28·28. Nach dem Quadratgesetz ist somit das Verhältniss beider Anziehungen auf die Erdmolecule wie 9500 zu 1, also die Mondesanziehung 9500 mal stärker als jene der Sonne; nach dem

Würfelgesetz wird jedoch das Verhältniss bis auf das 3,879600 fache erhöht. Hieraus ist ersichtlich, dass es nicht schwer ist dem Mond eine recht grosse Anziehung gegenüber der Sonne anzuweisen, wir haben aber auch bereits bemerkt, dass die Voraussetzung, nach welcher der Mond stärker als die Sonne auf die Erde einwirken soll, unseren Planeten zum Satelliten des Mondes macht.

[50.] Es scheint in der That, dass die Atmosphäre eine besondere, periodisch geregelte und von den Winden unabhängige Bewegung hat, sie ist aber im Vergleich zu den Winden sehr schwach und in den höheren Breiten kaum bemerkbar. Hätte man ein sehr empfindliches Instrument, welches diese Oscillationen anzeigt, die übrigens die Dichte der bezüglichen Luftschichten ändern, so könnte man zur näheren Kenntniss dieses interessanten Gegenstandes gelangen. Aber trotz seiner Unvollkommenheit zeigt das Barometer dennoch — durch seine stündlichen Variationen — jene Bewegung der Luft an, welche man Fluth nennt. Hiedurch sagt aber das Barometer, dass er nicht den Druck einer Luftsäule angibt, deren Masse sich weder vergrössern noch verkleinern kann, sondern die Dichte jener Luftschichte in welcher er sich befindet. Könnte man sich auf dieses Instrument verlassen, so müsste man aus seinem Gange schliessen, dass die atmosphärischen Fluthen nicht die Folgen der Sonnen- und Mondesanziehungen sind, indem die täglichen und stündlichen Variationen desselben durch ein Steigen der Quecksilbersäule angezeigt werden, ein Beweis, dass die Dichte der betreffenden Schichte zugenommen hat; es geht hier somit eine Art Verdichtung oder Compression vor sich und da die Wirkung der äusseren Anziehung im Gegensatze eine Dilatation, ein Ausdehnen in Folge des Ansaugens ist, so folgt auch eine Verminderung der Dichte. Hieraus ist ersichtlich, dass, um das durch das Barometer angezeigte Phänomen hervorzubringen, eine von der Attraction verschiedene Kraft nöthig ist, welche einen Druck auf die Atmosphäre ausübt.

Ist auf diese Art entschieden, dass die sogenannten atmosphärischen Fluthen — wären sie auch nicht eine Frucht der Imagination — nicht die Folge der Attraction sind, so folgt natürlich daraus, dass auch die Wasserfluthen nicht durch dieselbe erzeugt werden. Was bleibt nun der Theorie übrig, wo ist die Ursache des Phänomens bei dem gegenwärtigen Zustande des Wissens zu suchen? Die Idee Galilei's und die innige Verbindung aller zum Sonnensystem gehörigen Bewegungen konnen allein zum Ziele führen.

Wir sehen, dass eine so wenig gekannte, so schlecht definirte Kraft, wie die Attraction ist, und welche man nach Belieben modificirt und transformirt, in so viele Gesetze umwandelt als Phä-

Digitized by Google

nomene zu expliciren sind etc., den Anforderungen der Vernunft nicht entsprechen kann, wo hingegen, wenn man zu dem Ausgangspuncte seiner Anschauung die beobachtbare und bekannte Bewegung wählt. wie z. B. die beiden Bewegungen der Erde es sind, man sich auf einer hinlänglich festen Grundlage befindet; und wenn die „Gesetze des Gleichgewichtes und der Bewegung der Flüssigkeiten" sich den Untersuchungen, Beobachtungen oder Studien widersetzen wollen, so muss man sie einfach beseitigen, was man nur darum bewerkstelligen kann, weil sie sich Gesetze nennen, würden sie „Beobachtung" heissen, so könnte man dies nicht thun.

Prachtvoll und fürchterlich zugleich ist das grossartige Phänomen der Meeresfluthen: es ist das Schwert des Damocles. Sind die Fluthen nicht geregelt, so ergiesst sich das Wasser über die Continente; kein irdisches Phänomen gleicht ihm an Bedeutung und Wichtigkeit, sein Studium ist dem Erdbewohner aufgedrungen. So wie jede Bewegung, so umfasst auch jene der Wässer die unzertrennlichen Elemente, die Zeit, den Raum, die Materie mit ihrer Masse und die diese bewegende Kraft: das Feld ist demnach für die analytischen Untersuchungen offen.

Um dieses herrliche Phänomen in seiner ganzen Grösse und Ausdehnung genau zu kennen und haltbare Folgerungen aus ihm zu ziehen, müsste man im Besitz einer Masse von Beobachtungen sein, welche die ganze Erde umfassen und in ein System gebracht das Tableau desselben geben.

Eine solche Riesenarbeit hat noch Niemand versucht, und wir begegnen auch hier — wie überall — nur Bruchstücken. Dennoch wollen wir versuchen, aus dem Labyrinth der Ideen hinauszukommen und fragen, ob man mit den gegenwärtigen Begriffen über Naturerscheinungen nicht zu einer rationellen Auffassung dieses Gegenstandes gelangen könne?

[51.] Die beiden beweglichen Bestandtheile der Erde müssen an ihren Bewegungen Theil nehmen. Luft und Wasser sind durch die Rotation und durch die Translation mitgerissen. Die Rotationsgeschwindigkeit nimmt vom Aequator — von ihrem Maximum — gegen die Pole graduell ab; diese verschiedenen Geschwindigkeiten theilen sich der Luft und dem Wasser mit; jeder ihrer Theile ist demnach mit einer andern Geschwindigkeit versehen, welche den sie betreffenden Erdparallelen entspricht; es ist somit natürlich, dass die Massen der Atmosphäre und der Wässer einer combinirten Bewegung ausgesetzt sind, d. h. die Bewegung eines ihrer Theile ist die Resultante der Bewegungen ihrer nachbarlichen Theile, so oft sich verschiedene Geschwindigkeiten begegnen, sich kreuzen oder sich vermengen. Diese Wirkung ist durch die Rota-

tion allein hervorgebracht, denn die Translationsgeschwindigkeit ist für alle Molecule der Erde dieselbe.

Die Frage ist nun: können diese beiden beweglichen Elemente der soliden Erde in ihren combinirten Bewegungen regelmässig so folgen, dass sie ihre auf die Erdsphäre bezügliche Lage unverändert beibehalten; können sie die sphäroidale Figur der Erde beständig sich selbst gleich erhalten? Wir wissen, dass sie dies nicht können; durch ihre äusserst leichte Beweglichkeit kommt die Atmosphäre in sehr verschiedene Bewegungen, welche — ihre Gesammtmasse betrachtet — permanent sind, und die Wässer folgen ihrer Bewegung mehr oder weniger. Hieraus folgt, dass, wenn die Atmosphäre sich durch welch immer — auch verschiedentliche Ursachen — in ihrem Gleichgewichte, oder vielmehr in ihrer scheinbaren Ruhe stören lässt und in Bewegung gerathet, sie der soliden Erde nicht mehr regelmässig folgen kann, und dass die Centralanziehung des Sphäroids nicht hinreicht, ihren dynamischen Zustand unverändert zu erhalten. Das Wasser ist nur beiläufig fünfmal weniger dicht als die solide Erdmasse, es kann sich somit fester an die Erde anschmiegen, viel ruhiger verbleiben und besser den Erdbewegungen folgen als die Luft, deren Dichte beiläufig 4000mal geringer als jene der Erde ist. Fügen wir noch hinzu, dass die Wässer so zu sagen eingerahmt (encadrées) in Bassins, gleichsam in Gefässen eingeschlossen sind und somit ihre Bewegung begrenzt ist.

Wir wissen, dass der Erdäquator vorangeht und beständig in der Translationscurve bleibt; ist es wahrscheinlich, dass ihm die Atmosphäre vorauseilt oder dass die Luftmasse in ihrer ganzen Breite oder Höhe der Bewegung voraus ist? Wir glauben, dass in diesem Falle die Atmosphäre selbst schon die Geschwindigkeit der Translation haben müsse, welche sogar — ihre Ausdehnung im Auge — noch um etwas vergrössert sein müsste, was nicht anzunehmen ist, da wir schon vorausgesetzt haben, dass die Atmosphäre den Bewegungen der Erde folgt, von dieser mit sich gerissen wird, nicht aber dass umgekehrt die Luft voraus und die Erde ihr nachgeht. Es ist somit möglich, dass die Luft ein wenig zurückbleibt und bemerken wir es wohl, ohne die Dazwischenkunft irgend eines Widerstand leistenden Mittels, selbst jener des Ethèrs nicht, der auch unter die Chimeren der explicativen Wissenschaft gehört, sondern einzig und allein durch die Wirkung der Translationsgeschwindigkeit, welche jene der Rotation am Aequator mindestens 60mal übertrifft.

Das Zurückbleiben ist hier gleichbedeutend mit zurückgedrängt werden, zurückgedrängt sein ist für die sehr elastische Atmosphäre comprimirt sein; die Compression erhöht die Dichtig-

keit. Setzt man ein solches Zusammendrücken der Luft durch die Translation voraus, so befindet man sich inmitten von zahllosen Fragen und Umständen. Es ist jener Theil der Luftmasse stets zurückgedrängt, welcher die Aequatorialtheile der Erde deckt und der Translationsbewegung voraus sein soll; welche ist die Ausdehnung dieser Luftmasse? Die zurückgedrängte Masse verbreitet sich und theilt ihre Bewegung den übrigen Massen mit, welche ist die Grenze dieser Action? Die auf diese Art in Bewegung versetzten Luftmassen haben ihre eigene Rotationsgeschwindigkeit, die Bewegungen vermengen sich, um Resultanten zu bilden, deren Wirkung unbekannt und fast unbeobachtbar ist.

Indem die Details eines complicirten Phänomens am schwersten zu fassen sind, sollte man, bevor man ihre Erklärung unternimmt, mit speciellen Studien den Anfang machen; wir können aber die unausweichlichen Folgen einer solchen Pression auf die Atmosphäre uns vorstellen, Folgen, welche vor Allem auf die in der Sphäre ihrer Action liegenden Wässer sich äussern. Diese Wässer werden nämlich durch die Luft gleichfalls nieder- oder zusammengedrückt, sie heben sich von der einen Seite, um auf der andern zu fallen; das Wasser muss mit einem Worte die Oscillationen der Atmosphäre theilen. Hieraus ist es erklärlich, wie diese zwei mobilen sich berührenden Theile der Erde stets balanciren und der eine die Stelle des andern einnimmt, so oft sie durch die Bewegung von ihren Orten versetzt, von ihrer Lage verrückt werden.

Dieses Beispiel einer ganz kleinen Bewegung kann uns als Vorbild des grossen Phänomens der Meeresfluthen dienen; betrachtet man die geographische Lage der Wässer und ihrer Ufer, ihre Ausdehnung und Masse etc., so hat man sich eine erste Idee gemacht von einem Mechanismus, durch welchen diese Erscheinung hervorgebracht sein kann.

Anstatt sich eine Depression oder Versetzung der Wässer durch das Heben oder den Druck vorzustellen, kann man annehmen, dass die Wässer den Raum, welchen die Luft freigelassen, unmittelbar einnehmen, so wie auch umgekehrt die Luft augenblicklich die Stelle des sich versetzten Wassers einnimmt; dieses Phänomen ändert sich durch eine variirte Anschauung nicht. So viel scheint aus dem Wenigen — was man über die Oscillationen der Atmosphäre weiss — hervorzugehen, dass sie im conträren Sinne mit jenen der Wässer vorgehen. Die Wasserfluthen bewegen sich von West nach Ost, die atmosphärischen umgekehrt. Künftige Beobachtungen haben die Sachlage zu constatiren.

Das Phänomen der Meeresfluthen ist localisirt, es ist auf einen bestimmten Theil der Erde beschränkt, angewiesen, und es

Digitized by Google

ist klar, dass seine Bewegung auf dem Aequator — im Maximum — gleichsam beginnt und sich gegen die Grenzen der Wässer ausdehnt. Die Einwirkung der erzeugenden Kraft ist somit gegen einen bestimmten Theil der Erde gerichtet, woraus folgt, dass, wenn die Fluthen durch die Attraction erzeugt sein würden, sie überall, auf der ganzen Erde stattfinden müssten, wo immer sich Wässer, kleine oder grosse befinden. In der That, stellt man sich vor, dass die Attraction der Sonne und des Mondes das Wasser erhebt, steigen und fallen macht, so ist kein Grund vorhanden, warum sie dies nicht überall thut, in den kleineren Meeren sowohl, welche mit dem Ocean in Verbindung sind, als auch in den isolirten Meeren, in den Seen, Teichen und Flüssen etc. Die Declination der Sonne und des Mondes an den beiden Seiten des Aequators kann nicht als Grenze der Action betrachtet werden, indem in der Nordsee, welche weit aus dem Bereiche dieser Declination ist, sehr starke Fluthen sind, wohingegen in dem mittelländischen, adriatischen, schwarzen Meere etc., welche dem Aequator viel näher sind, es entweder nur sehr schwache oder auch gar keine Fluthen gibt. Dass sich die Attraction an den grossen Ocean, an die grösste Wassermasse hält, ist kein mit der Theorie übereinstimmendes Argument; hat sie die Molecularanziehung aufgestellt, so muss sie zugeben, dass auch die ganz kleinen Wassermassen ihre Molecule haben; dass endlich die offene freie Communication mit dem grossen Ocean entscheidet, ist ein Argument für die Bewegung selbst, nicht aber für ihre Ursache.

[52.] Betrachtet man das herrliche Schauspiel der Wasserfluthen in einem Seehafen, wo sie an Grösse bedeutend sind, so erkennt man alsogleich den Hauptcharacter des Phänomens, dessen Gepräge nicht das Heben und Senken ist, nicht in einem eigentlichen Steigen und Fallen besteht, sondern ein beständig abwechselndes Zu- und Abfliessen der Wässer ist: man sieht das Wasser kommen, man sieht es fortgehen. Die Becken des Hafens (Bassins, Docks) füllen sich nach und nach; sind sie voll, hat die Fluth ihr Maximum erreicht, so scheint ein Stillstand in der Bewegung einzutreten, worauf der Abfluss beginnt; sind die Becken leer geworden, so tritt abermals ein Stillstand ein, bis das Phänomen von Neuem anfängt. Dieses abwechselnde Füllen und Leeren der Becken nennt der Sprachgebrauch das Steigen und Fallen der Fluth, so wie überhaupt die Anhäufung einer grösseren Wassermasse ein Steigen, ihre Verminderung ein Fallen des Wassers genannt wird.

Die von dem Hafen wegfliessenden Wässer kehren nicht wieder zurück, sie gehen dorthin, wo eine fehlende Wassermasse zu ersetzen, ein leer gelassener Raum auszufüllen, ein gestörtes

Digitized by Google

Niveau herzustellen ist; immer fliesst eine neue Wassermasse heran. Der Beweis dieser Thatsache liegt in dem Umstande, dass die ankommenden Wässer jedesmal andere und neue Gegenstände mit sich bringen; verschiedene Fische, grosse und kleine, welche anderen Regionen zugehören, Zweige, Blätter, Objecte verschiedener Art, insbesondere aber viele Schalthiere, welche sie absetzen und nicht wieder mit sich fortführen. Würde nun stets dieselbe Wassermasse aufgehoben, sich abwechselnd heben und senken, so könnte dieser Umstand nicht stattfinden. Wir können somit sagen, dass eine effective Circulation des Wassers da ist; die Massen wechseln ab und nehmen beständig andere Räume ein.

Betrachtet man die mit dem Phänomen verbundene Zeit, so findet man, dass die Dauer des Zuflusses beiläufig gleich ist jener des Abflusses, und dass im Mittel genommen die Zeit zwischen zwei auf einander folgenden Fluthen etwas mehr als 12 Stunden beträgt. Es finden somit in etwas mehr als 24 Stunden zwei Fluthen und zwei Ebben statt. Die erste Idee, welche dieser Umstand veranlasst, ist, dass die Fluthen mit der Rotationsdauer der Erde, mit der Tageslänge in Verbindung sind. Beobachtet man viele auf einander folgende Fluthen, so zeigt es sich, dass die Dauer des Phänomens veränderlich ist; die Dauer einer Periode — Ebbe und Fluth vereint genommen — ist nie weniger als 12 Stunden, das Mehr aber ist verschieden. Man findet, dass diese Dauer mit der Grösse der Fluth in Verbindung ist; so wie die herbeiströmende Wassermasse grösser oder kleiner ist, so ist auch die Dauer einer Periode grösser oder kleiner. Dieser Umstand lässt schliessen, dass die Dauer des Zu- und Abflusses der Fluthengrösse proportional ist. Dass das Wasser Zeit braucht um zu steigen und zu fallen, das hat die Theorie eingesehen; in Bezug auf die Variationen der Dauer hat sie ein grosses Gewicht gelegt auf die Reibung, welche der Boden des Meeres dem Wasser entgegensetzt, und so die Zu- und Abflüsse verzögert. Wir betrachten diese Reibungsfrage als eine sehr untergeordnete, denn selbst wenn man zugibt, dass der Boden, je nach seinen Asperitäten, der Bewegung des Wassers Widerstand leistet, so kann man doch nicht annehmen, dass der Meeresboden, seiner Configuration oder seinen Bestandtheilen nach, sich von einem Tage auf den andern verändert; ja es ist ersichtlich, dass, wenn die Fluthen aus dem Heben und Senken der Wässer beständen, eine solche Reibung gar nicht stattfinden könnte. Der Umstand, dass die Höhe der Fluthen in den verschiedenen — auch sehr nachbarlichen — Häfen verschieden ist und sich auch ganz ausserordentliche Differenzen zeigen, ist mit der Anziehungstheorie nicht vereinbar. Durch eine nähere aufmerksame Beobachtung in mehreren Häfen entdeckt man eine Menge

Digitized by Google

von Erscheinungen, welche über das Wesen, über den Typus des Phänomens Aufklärung geben.

[53.] Wenn wir nun sagen, dass die Fluthen eine nothwendige Folge der Erdrotation sind und dass die Bewegung der Wassermassen einzig und allein durch die drehende Bewegung der Erde hervorgebracht ist, so haben wir zwei anerkannte Thatsachen, welche als Grundlagen unserer Ansicht betrachtet werden können. 1. Die Bewegung der Wässer ist im Sinne der Rotation, sie ist direct, und nicht wie die Theorie sagt — retrograd. Hat ja schon Kepler erkannt, dass die „Neigung der Meere gegen die Sonne ist;" die Direction dieser Neigung ist aber jene der Erdbewegung, sie ist die Neigung aller Planeten und Satelliten des Systems. 2. Die Wirkung oder das Phänomen der Fluthen selbst ist auf jenen grossen Ocean beschränkt, welcher den bedeutenden Theil der Erde bedeckt und sich über die Aequatorialtheile derselben erstreckt.

Die Wissenschaft hat aufgestellt, dass die Erdkugel ein Revolutionssphäroid ist; die analytischen Untersuchungen haben den Beweis geliefert, dass die Abplattung der Erde die unausweichliche Folge der Axendrehung ist, dass somit die Figur der Erde durch ihre eigene Bewegung bestimmt wurde. Die Abplattung der Erde besteht aus der Anhäufung der Erdmaterie an dem Aequator und dem Eindrücken der Kugelfläche an den Polen. Man hat aus der Abplattung den Schluss gezogen, dass ursprünglich die Erde im flüssigen Zustande war, indem man sich nicht vorstellen konnte, dass an einem soliden Körper durch die Rotation eine Erhöhung des Aequators stattfinden könne; wir werden diesen Gegenstand bei den „Elementen" in Betrachtung ziehen, hier genügt es uns zu erinnern, dass die Abplattung der Erde das Werk der Bewegung ist und dass somit die Attraction dabei nichts zu thun hatte. Indem wir uns auf dieses aufgestellte Princip stützen, sagen wir: ist die Bedingung der Abplattung der flüssige Zustand, bringt der flüssige Zustand durch die Rotation die Abplattung hervor, so folgt daraus einfach, dass die Meeresfluthen eine fortgesetzte Abplattung sind, indem ein grosser Theil der Erde, oder ihrer Oberfläche, sich noch immer im flüssigen Zustand befindet und die Rotation sich nicht verändert hat. Die erste, die Hauptursache des Phänomens ist somit die Erdbewegung.

Durch ihre theoretischen Betrachtungen haben Newton und die Geometer die Erde gänzlich mit Wasser bedeckt, um zu sehen wie Sonne und Mond darauf einwirken, um die Wassersphäroiden zu bilden. Bei dieser Gelegenheit haben sie von der Erdbewegung abstrahirt und der Sonne und dem Mond eine tägliche Bewegung und Declination zugeschrieben; hätten sie die Rotation berück-

sichtigt, so hätten sie das Wassersphäroid, den Wasserwulst am Aequator entdeckt, dessen Dicke oder Durchmesser sich wie die Geschwindigkeit der Umdrehung verhält. Ist aber die Erde gänzlich mit Wasser bedeckt, so ist wohl eine Erhöhung des Wassers da, aber es sind keine Fluthen, indem sich diese auf das Festland beziehen.

Es ist wohl Jedermann bekannt, dass die losen Theile, die lockere Materie, welche sich auf der Oberfläche einer sich schnell drehenden Kugel befinden, sich der Mitte der Kugelfläche, dem grössten Kreis, mit einem Worte dem Aequator nähern. Jedermann ist es bekannt, dass z. B. die Gurten oder Riemen eines Maschinenrades stets den höchsten Punct seiner convexen Oberfläche suchen, um an der schnellsten Bewegung desselben Theil zu nehmen: ein Phänomen, welches mit beitrug, die Idee über eine Schwungkraft hervorzurufen.

Die Wässer des Oceans drängen sich gegen den Aequator, eben im Verhältniss ihrer Nähe, oder ihrer Rotationsgeschwindigkeit, sie häufen sich am Aequator, auf dessen beiden Seiten an, bis sie das Maximum ihrer Höhe erreicht haben: ihre Stelle nehmen die nächsten Massen ein, und so fort, bis die Reihe an die ziemlich weit entfernten kommt. Sagen wir nun, dass, indem sich nur eine bestimmte Quantität Wassers im Verhältniss der Rotationsgeschwindigkeit anhäufen kann, so muss der Ueberschuss wieder abfliessen, und auf diese Art ein beständiges Zu- und Abfliessen der Massen sich erzeugen, so haben wir eine Idee ausgesprochen, ohne die Art des Abfliessens zu kennen. Hieraus wird es ersichtlich, dass es möglich ist, die Ursache eines Phänomens zu wissen, ohne dass man sich das Phänomen selbst erklären kann.

Die Bewegung des Wassersphäroids oder Wulstes ist jene der Rotation; je mehr sich die Masse erhebt, desto grösser wird ihre Geschwindigkeit; würde nun der Rotationsbewegung dieser Wassermasse nichts im Wege stehen, so würde sie sich mit der Erde regelmässig drehen und ihren Ueberschuss langsam absetzen ohne bedeutende Fluthen zu erzeugen; nun sind aber die beiden Continente Afrika und Amerika da, deren Westküsten die wogenden Wassermassen aufhalten und das Abfliessen derselben bedingen. Die Wässer, die sich auf diese Art an dem Festlande brechen, fliessen an beiden Seiten des Aequators ab, und vertheilen sich mit ihrer erhaltenen Geschwindigkeit.

Die zweite Ursache der Fluthen ist somit das Dasein der Continente, welche den Aequator durchschneiden.

Diese sind die Grundzüge des grossartigen Phänomens, dessen Detail ein anhaltendes Studium erfordert. Die geographische Lage der Häfen, die Configuration des Festlandes, der Einfluss der

Digitized by Google

Winde etc. sind die Elemente, welche der Beobachtung zugänglich sind; in Bezug auf die unendlichen Variationen der Grösse und Zeit der Fluthen sind Elemente da, welche der Beobachtung entschlüpfen. So z. B. werden die im Ocean verschiedentlich vertheilten Wassermassen, je nach der Configuration der Erdoberfläche unter dem Wasser, mehr oder weniger beitragen den Wasserwulst am Aequator zu erheben; an die Stelle der denselben bildenden Massen treten andere, welche erst eine ihrer neuen Lage entsprechende Rotationsgeschwindigkeit anzunehmen haben; die beständige Circulation dieser Massen wird somit entscheidend einwirken, ob die aufgehäufte Menge stets dieselbe bleibt, oder modificirt wird etc. Es ist an sich klar, dass nur jene Massen sich an den Aequator drängen, deren Rotationsgeschwindigkeit dazu hinlänglich ist; dies ist der Grund, warum in den isolirten Meeren keine Fluthen stattfinden. Dass aber durch die Circulation andere Massen an die Reihe kommen, ist aus tausendfältigen Erscheinungen wahrnehmbar, welche die allgemeine Bewegung des Oceans beurkunden.

Alle jene Strömungen, der Golfwässer z. B., welche beobachtet werden, sind mit den Fluthen im Zusammenhange; die Richtung der sich so bewegenden Wassermassen, ja selbst der Flüsse die sich in den Ocean ergiessen, ist immer jene, in welcher ein Abgang zu ersetzen ist. So sieht man die sich losmachenden Eismassen der Polarmeere, langsam gegen den Aequator schwimmen etc.

Jene isolirten Wassermassen, welche entweder mit dem Ocean nicht in Verbindung sind, ihrer Lage oder Entfernung nach sich dem Aequator nicht nähern können, tragen zur Production der Fluthen nicht bei. Dass aber selbst auf die Wässer der isolirten Meere die Rotation einen Einfluss ausübt, geht aus manchen Erscheinungen hervor. Durch den Umstand, dass die Rotationsgeschwindigkeit gegen den Aequator zunimmt, werden die dem Aequator näher liegenden Wassermassen gegen die Grenzen des Festlandes getrieben, und wenn in diesen Meeren auch keine Fluthen entstehen können, so ist die Wirkung dieser „Neigung der Wässer gegen den Aequator“ an den Meeresufern wahrzunehmen.

[54.] In Folge dieser Betrachtungen haben wir zu erkennen, dass das Phänomen der Fluthen keine Störung genannt werden kann, sondern dass die Bewegung der Flüssigkeit auf der Erdoberfläche eine unausweichliche Folge der Rotation, eben im Verhältnisse ihrer Geschwindigkeit ist. Das Gleichgewicht der Wässer ist somit nicht gestört, nicht unterbrochen; eben so gut wäre es zu sagen, dass das Abwärtsfliessen des Wassers, der Flüsse und der Ströme, der Wasserfälle etc. ein gestörtes Gleichgewicht ist: man

müsste überhaupt den Satz aufstellen, dass jede Bewegung eine Störung des Gleichgewichtes ist, welches demnach in der Unbeweglichkeit besteht. Ferner ist die Anziehung der Erde auf ihre Theile nicht aufgehoben, sie wirkt ohne Unterbrechung fort und regelt die Bewegung; was durch diese geändert wird, ist das Niveau, welches — so gut es geht — wieder herzustellen, das Werk der Erdanziehung ist. Man kann sich verschiedene Vorstellungen davon machen, wie diese Anziehung der Erde auf ihre mobilen Theile durch eine vergrösserte Rotationsgeschwindigkeit verringert sein würde, das Factum aber ist, dass die Bewegung und die Anziehung der Erde in jenem Einklange sind, welcher die Permanenz sowohl, als auch das sich Gleichverbleiben des Phänomens der Fluthen bedingt.

Für die wissenschaftlichen Studien und Forschungen zeigen sich folgende Daten. Es ist eine Materie, eine Wassermasse da, welche durch eine Kraft in Bewegung versetzt und erhalten ist. Diese Kraft ist bekannt, sie ist durch die Rotationsgeschwindigkeit repräsentirt. Die Quantität der Materie ist nicht bekannt, möge sie aber welche immer sein, so ist sie durch die Rotation in Bewegung erhalten und ihre Geschwindigkeit ist durch ihre geographische Lage gegeben. Die Zeit ist durch die Rotationsdauer bestimmt, sie ist bekannt; in welcher Connexion die Dauer der Fluth, oder ihre Periode mit der Tagesdauer ist, hat der Raum zu bestimmen.

Der Raum, in welchem die Fluthen vor sich gehen, ist beschränkt, er ist umschrieben, begrenzt, angezeigt. Die am Aequator aufgehäufte Wassermasse hat in 24 Stunden einen Raum von über 10000 Meilen durchzulaufen, ist sie in ihrem Weg aufgehalten, so modificirt sich die Zeit nach dem durchlaufenen Raum. Es ist wahrscheinlich, dass, wenn nur ein Continent sich quer über den Aequator, den Wässern des Oceans entgegensetzen würde, die Periode der Fluthen eine andere sein würde. Die beiden Continente scheinen die Oberfläche des Wassersphäroids am Aequator in zwei Hälften zu theilen, wodurch die Dauer der Fluthperiode auf die Hälfte der Tagesdauer reducirt erfolgt. Auf jeden Fall ist für die europäischen Häfen die Entfernung der Westküsten beider Continente entscheidend.

Der Zufluss der Wässer in die offenen Canäle, ihre Verbreitung, die Höhe der Fluthen und die Zeitdifferenzen etc., gehören zu den von Laplace mit dem Namen „Nebenumstände“ belegten Fragen und bleiben Gegenstand der ununterbrochenen Beobachtung.

Digitized by Google

UEBERSICHT DER ATTRACTIONSTHEORIE.

Nachdem wir einen Theil der Ideen — welche man sich von der Attraction gemacht — betrachtet und gesehen haben, wie diese Naturkraft von der Theorie gehandhabt wird, so können wir fragen, „was ist aus der grossen Idee der allgemeinen Gravitation geworden?“ Was hat man aus der unendlichen, unbegreiflichen Naturkraft gemacht, welche den Bestand des Weltalls gewährleisten soll?

Ein gemeines, elendes Werkzeug, womit eine armselige, oft verkrüppelte Phantasie, wirkliche und eingebildete Phänomene herausschnitzelt.

Die Manie alles zu erklären, musste ihre Früchte tragen. Der Gedanke zog sich zurück, um der Imagination das Feld zu räumen.

Von den Wirkungen auf die Ursachen hinauf, oder von diesen zu jenen hinabzusteigen, hat man denselben Weg zu machen; der Unterschied in der Richtung stört weder die Bewegung noch die Ordnung der Ideen. Die Kenntniss der einen bedingt aber die Kenntniss der andern nicht, und selbst wenn man beide, Wirkung und Ursache kennt, so folgt daraus die Kenntniss der *Art* der Wirkung noch immer nicht.

Die Explicationsepoche lehrt uns, dass man von den wenig beobachteten, kaum gekannten, oft unbegriffenen Himmelsphänomenen alsogleich auf ihre Ursachen überging, und nicht zufrieden diese Ursachen angewiesen zu haben, hat man sich an den Beweis der Art der Einwirkung gemacht. So musste man mit Hilfe dreier Unbekannten als Resultat die — vierte erhalten.

Die zusammengehörigen, an einander geketteten Weltkörper des Systems sind im vollkommen gleichen Zustande (Condition), sie sind denselben Bedingungen unterworfen. Die Sonnenanziehung wirkt auf alle, auf dieselbe und gleiche Art, und wirken diese Körper gegenseitig auf einander, so geschieht dies, um das Werk der Sonne zu erleichtern, indem sie so zur Erhaltung eines allgemeinen Gleichgewichtes beitragen, ohne welches keine geregelte Bewegung, keine Stabilität denkbar ist. Eine Action der Körper auf die Körper kann nur constant, nur unveränderlich dieselbe sein.

Wir haben gesehen, wie die einfachsten Begriffe über diese Naturkraft durch die Explicationen verwirrt, zerstört sind. Die Perturbationstheorie ist eine wahrhaft perturbirende Theorie, wovon die unzähligen, in der Mondesbewegung hervorgebrachten Ungleichheiten den Beweis liefern.

Erinnern wir uns der Hauptsätze, der hervorragendsten Dogmen der Attractionstheorie, stellen wir sie zur Uebersicht zusam-

Digitized by Google

men und bemerken, dass der Schöpfer der Gesetze selbst das Beispiel gibt, wie diese tausendfältig zu modificiren, ja gänzlich umzustossen sind?

Die Anziehung ist nach dem Verhältniss der Massen!

Newton fängt damit an, das was er aufgestellt, alsogleich umzuwerfen. Die Erde wirkt genau so auf den Mond ein, wie auf ein Stück fallenden Stein. Das Steinstück und der Mond sind dieselbe Einheit der Masse.

Laplace beweiset, dass die Sonne auf die Erde und den Mond ganz gleich und so einwirkt, als würden diese beiden Körper vereint einen Punct bilden: dann beweiset er, dass der Mond dreimal stärker auf die Erde einwirkt als die Sonne.

Die Theorie beweiset ferner, dass während der Conjunction die Sonne den Mond, bei der Opposition hingegen die Erde stärker anzieht, wodurch die beiden Körper von einander entfernt werden. Hierin liegt der Beweis, dass die Erdanziehung auf den Mond durch jene der Sonne annullirt wird.

Die wechselseitige Anziehung ist die gegenseitige Störung. Kann ein Weltkörper dem andern etwas Unangenehmes zufügen, so thut er es gewiss.

Die Centralanziehung lässt man einfach fallen; in welchen Fällen sie wirklich statt hat, das ist unbekannt. Sollte es sich aber erweisen, dass es kugelrunde Weltkörper gibt, so wird das Centralgesetz seine Anwendung finden, dafür aber ist die Molecular- und partielle Anziehung an der Tagesordnung, weil hier von den Massen und ihren Bestimmungen keine Rede mehr sein kann. Sonne und Mond wirken auf einzelne, abgesonderte Theile der Erde mit partiellen Quantitäten ihrer Anziehung, oft mit ihrer decomponirten Kraft, mit der Differenz ihrer Attraction. Der Mond vertheilt seine Anziehung und wirkt zugleich auf den vorderen und auf den hinteren Theil der Erde und zeitweise auch auf ihr Centrum.

Die beiden, mit der Fallmaschine und mit dem Pendel gemachten Experimente beweisen, dass die Erde nicht mit ihrer Gesammtmasse wirkt, sondern so viele verschiedene Anziehungen als Puncte ihrer Oberfläche besitzt.

Das Quadratgesetz verwandelt sich für die Wasserfluthen in ein Würfelgesetz, und für die atmosphärischen Fluthen in das Biquadratgesetz.

Die Sonne wirkt auf die Erde mit einer sehr abwechselnden Manier. In ihrer Bahn muss die Erde alternativ bald schneller bald langsamer sich bewegen. Die Sonne wirkt auf ihren Aequator, um ihre Rotation rückgängig, sie wirkt aber auf den nämlichen Aequator wieder nicht, um die Erdaxe wankend zu machen;

Digitized by Google

sie agirt und agirt nicht in derselben Zeit: sie ist da und auch nicht da!! Auf die Luft und auf das Wasser der Erde wirkt sie nach diversen Richtungen, vertical, seitwärts, oben und unten und erzeugt Luft- und Wassersphäroiden. Auf die festen Theile der Erde wirkt sie nach dem Quadratgesetze, auf die beweglichen nach — Belieben.

Die Planeten wirken auf die Erde nur gelegentlich und ausnahmsweise ein. Ihre Anziehung ist zwar eben eine solche wie eine — andere, aber um zu hindern, dass Sonne und Mond die Axendrehung nicht zu stark retrograd machen, benützen sie ihre verkehrte Anziehung; ihre directe Einwirkung sollen sie in der Regel — nach der Theorie — dazu verwenden, um die Erdbahn beständig zu verändern. Worin diese beständige Veränderung besteht, das sagt die Theorie nicht.

Unter den widernatürlichen Suppositionen, von welchen die Theorie wimmelt, wollen wir nur ein paar noch hervorheben.

Die Attraction wirkt nach verschiedenen Richtungen, auf verschiedene und besondere Theile eines Körpers und bringt somit verschiedene Bewegungen hervor. Um dies effectuiren zu können, muss die Kraft sich selbst decomponiren. Die Attraction dringt durch die Materie, um von einem Theile derselben zu dem andern zu gelangen, und bringt bei dieser Gelegenheit verschiedene Wirkungen hervor.

Das Grundprincip, das Grundgesetz Newton's sagt, dass die Attraction eine Centralkraft ist; dass die Masse und ihre Anziehung im Mittelpuncte vereint sind, und dass somit die Einwirkung vom Puncte auf den Punct vor sich geht.

Aus diesem Principe folgt nun unabänderlich, dass, indem zwei Puncte stets in derselben Geraden liegen, die Kraft nur in dieser Linie, das heisst immer nur in einer und derselben Richtung und auf denselben Punct einwirken kann, nicht aber in zwei oder mehreren Richtungen. Wirkt aber ein Punct stets in derselben Richtung und auf denselben Punct, so kann sie dem letzteren nur eine Art Bewegung mittheilen, woraus folgt, dass sie sich (die Kraft) auch nicht decomponiren kann. Ist endlich die Gesammtmaterie in dem Puncte vereint, so kann die Kraft nicht auf besondere Theile derselben einwirken, da diese gar nicht vorhanden sind, sie braucht somit selbe auch nicht zu durchdringen, um auf ihre Totalität, auf den Mittelpunct einzuwirken. Der Decomposition der Anziehung muss demnach die Decomposition der Materie vorangehen, und die Moleculartheorie hat so viele Attractionsgesetze aufzustellen als eine Masse Molecule besitzt.

Alle diese unnatürlichen Dinge sind gleichsam concentrirt in der Action der Mondesanziehung. Die verschiedenen Phänomene,

welche sie zu erzeugen hat, sind permanent, sie muss demnach gleichzeitig verschiedene Functionen ausüben, mehrere Erscheinungen, verschiedene Bewegungen zugleich produciren. Diese gleichzeitige Wirkung nach verschiedenen Richtungen und auf verschiedene Theile der Erdmasse bedingt somit die Decomposition der anziehenden Kraft.

Um zu den Wässern der Erde zu gelangen, muss die Mondesanziehung die Luft durchdringen, welche sie an sich zieht und so die atmosphärische Lunarfluth, das Luftsphäroid bildet nach dem Biquadratgesetz. Um auf die Oberfläche der soliden Erde zu gelangen, muss die Schwere des Mondes die Wässer durchdringen, in welchen sie Blasen aufzieht, die Lunarwasserfluthen erzeugt und das aquatische Sphäroid nach dem Würfelgesetz bildet. Zu diesem Zwecke muss die Mondesanziehung dreimal stärker als jene der Sonne sein. Auf dem Festland angekommen, muss die Mondesgravitation auf den erhöhten Erdäquator einwirken, um die Rotation rückgängig zu machen und dadurch die Präcession zu produciren; bei diesem Geschäfte leistet die Sonne dem Mond Gesellschaft, sie arbeiten mit vereinten Kräften nach dem Quadratgesetz; die Planeten helfen gleichfalls mit, aber im conträren Sinne. Zu gleicher Zeit agirt die Mondesanziehung auf denselben Erdäquator, um das so genau beobachtete Phänomen der Nutation zu produciren, welches von den Mondesknoten abhängt; bei dieser Arbeit ist der Mond sich selbst überlassen und weder Sonne noch Planeten helfen mit, woraus folgt, dass der Erdäquator von der Sonne und den Planeten zu derselben Zeit angezogen und auch nicht angezogen wird. Hat der Mond alles dieses vollbracht, so dringt seine decomponirte Anziehung durch, um zu ihrem Mittelpunct zu kommen, welchen sie wahrscheinlich in verschiedene noch unentdeckte Bewegungen versetzt, sich aber dort nicht lange aufhält, sondern auf der anderen Seite der Erde wieder herauskommt, hier fängt die wahre Wirkung der decomponirten Anziehungsdifferenz an deutlich zu werden, sie muss nämlich, um die lunaraquatischen und atmosphärischen Sphäroidalfluthen zu erzeugen, Wässer und Luft vor sich aufstossen, wo sie von hier aus hingeht? das sagt die Theorie nicht. Die Frage aber ist, in welchem Verhältniss muss sich die Schwere des Mondes nach den verschiedenen Gesetzen — Biquadrat, Würfel und Quadrat — und nach den verschiedenen Phänomenen, welche sie zu produciren hat, decomponiren? Wie kann der Mond unter diesen Umständen zu dem vollen Bewusssein seiner Thatkraft gelangen?

Diese Dinge da sind aber weder eine tiefe Geometrie noch eine hohe Mechanik, sie sind barer Unsinn!

Was sollen nun, fragen wir, diese Art Gesetze, welche sich von selbst zerstören, für einen Sinn haben? Wozu sollen diese namenlosen Theorien führen? Besteht das Studium der erhabenen Natur in dem kindischen Spiele der Phantasie? Ist dieser der Weg, auf welchem man zu soliden Kenntnissen gelangt?

Die Attractionstheorie hat selbst den Stab über sich gebrochen; was man Kenntniss genannt hat ist als eine gehaltlose Idee erschienen, das Wissen ist eine Null geworden; die Natur der Anziehung betreffend erscheint die „mathematische Gewissheit" als eine Illusion des Urtheils.

Die Astronomie kann endlich von einem schweren Traume erwachen, der wie ein Alp auf sie drückte, die Wissenschaft erhält ihre Freiheit wieder und kann das Studium der Bewegung der Himmelskörper ungehindert fortsetzen, sie kann zu dem Bewusstsein gelangen, dass sie nur durch dieses Studium zu Resultaten kommen kann, welche ihren Fortschritt möglich machen.

DER ETHÊR.

Wir hatten bereits hinlängliche Gelegenheit, die Penetration des Geistes und des Scharfsinnes zu bewundern, mit welcher Geometer und Astronomen in die allertiefsten Geheimnisse des Universums eingedrungen sind und dessen kleinste Falten schonungslos aufgedeckt haben. Wir haben gesehen, mit welcher Kühnheit Bradley das theoretische Hausgesetz „Alles aus der Attraction zu erklären" übertreten hat, indem er seine Aberration aus Römer's Lichtgeschwindigkeit erklärt. Wer wagt gewinnt, sagt das Sprichwort, und des glücklichen Siegers Lohn ist der Applaus. Dies ist der Grund warum Bradley keine Opposition fand.

Die neueste Zeit führt eine zweite Infraction des Hausgesetzes herbei. Der berühmte Astronom J. F. Encke hat nämlich die Perturbation seines Cometen aus dem Ethèr erklärt!

Es sind wohl schon ein paar tausend Jahre, seitdem dieses Unding in den Köpfen schwärmt, und es konnte nicht fehlen, dass sich dessen am Ende die astronomische Theorie bemächtiget und den Embryo gross zieht.

Der Weltéthèr erfüllt die unendlichen Himmelsräume und wird gehörig in Activität gesetzt zu einer Universalmacht.

Als widerstehendes Mittel hemmt er die Bewegung der Himmelskörper, deren Geschwindigkeit somit beständig, unaufhaltsam abnimmt. Hieraus folgt, dass mit der Zeit ein allgemeiner Stillstand, eine Universalfixität entsteht und man sich das Weltall als eine compacte Kugel, die Myriaden von Sonnen, Planeten, Cometen etc. als wie in das Wasser eingefrorne Fische vorstellen kann.

Die gelehrten Astronomen der neuesten Zeit sind aber der Meinung, dass die hemmende Einwirkung des Ethèrs auf die grossen Massen nur

Digitized by Google

sehr gering ist, somit die Sonne und ganz grosse Körper sich noch lange Zeit werden bewegen können. die Cometen aber, die gar keine Masse haben, müssen recht bald in dem Ethèr stecken bleiben, oder was noch viel gewisser ist, in die Sonne fallen.

Wollte man einem der Pricipien Newton's huldigen, so könnte man an den Ethèr nicht glauben, indem dessen Dasein nicht bewiesen ist; Newton's Axiom muss aber auch umgekehrt wahr sein, man muss nämlich so lange an ein Ding glauben, bis dessen Nichtexistenz bewiesen ist. In der That hat es noch Niemand analytisch bewiesen, dass der Himmel nicht voll von Ethèr ist.

Der Comet von Encke — durch Expropriation in seinen Besitz gelangt — dessen Periode, wie bekannt, unter allen bekannten Cometen die kürzeste ist, kommt mit jeder seiner Wiedererscheinung früher in das Perihel, seine Geschwindigkeit wird mehr und mehr beschleunigt, seine Periode verkürzt, woraus hervorgeht, dass auf diesen kurzen Cometen der Ethèr eine conträre Wirkung, also nicht die beabsichtigte, ausübt. Es handelt sich demnach darum, diesen Widerspruch der Natur gehörig zu erklären, und der menschliche Scharfsinn hat die Paradoxen harmonisch zu paaren, damit sie in brüderlicher Eintracht auf denselben Zweck hinarbeiten. Die astronomische Theorie hat schon grössere Schwierigkeiten überwunden.

Man kann es in den Büchern lesen: „Es könnte befremdend erscheinen, dass der Widerstand, der doch zunächst hemmend und verzögernd einwirken muss, Ursache einer Beschleunigung der Umläufe sein soll. „Allein indem die absolute Geschwindigkeit in der Bahn verändert wird, „während die Schwere unverändert fortwirkt, muss, wie man *leicht* einsieht, „eine stärkere Krümmung der Bahn die Folge sein. Der Comet wird also „der Sonne mehr genähert, und in Folge dessen muss er — nach dem „Gesetze der den Zeiten proportionalen Flächenräume — schneller seine „Bahn zurücklegen. Diese indirecte Beschleunigung der Winkelbewegung „überwiegt nun — was hier allerdings nicht näher gezeigt werden kann „— die directe Verlangsamung der absoluten Bewegung. *)

Obwohl nun diese Erklärung mit dem Geiste der Theorie vollkommen übereinstimmt; obwohl es durchaus nicht befremdend ist, Uebernatürliches zu finden; obwohl man die Folgen der Einwirkungen des Ethèrs und der Schwere *sehr leicht* einsieht, so könnte der Leser doch vielleicht daraus, „dass die indirecte Beschleunigung die directe Verlangsamung überwiegt," nicht ganz deutlich die hier waltende Himmelsmechanik sich vorstellen, darum müssen wir noch einen — andern — Autor citiren. Arago sagt III. p. 31.

„Ich gestehe, dass auf den ersten Anblick eine ähnliche Acceleration „als sonderbar erscheint, indem das was widersteht, nur zu verzögern ge-

*) Dr. J. H. Mädler's Astr.

Digitized by Google

„eignet ist. Die Schwierigkeit verschwindet jedoch, sobald man bemerkt, „dass das unmittelbare Resultat der Action eines widerstehenden Mittels „auf ein dasselbe durchwanderndes Gestirn die Veränderung seiner tangentiellen Geschwindigkeit, oder was dasselbe ist dessen, was man Centrifugalkraft zu nennen übereingekommen ist; dies ist genau so, als hätte „die anziehende Masse der Sonne zugenommen. Die nothwendige Folge „der Vergrösserung dieser Macht ist immer eine Annäherung des Gestirnes zur Sonne, eine Abnahme der Dimensionen der ursprünglichen „Bahn. Der Leser weiss es aber, dass die Geschwindigkeiten und Entfernungen aller Gestirne unseres Systems durch jene drei grossen „astronomischen Principien mit einander verbunden sind, die man unter „dem Namen Kepler'sche Gesetze kennt; dass die Quadrate der Umlaufszeiten sich wie die Würfel der grossen Axen der von ihnen durchlaufenen Ellipsen verhalten. Dieses Gesetz hat zur Folge, dass die Planeten und Cometen um so schneller sich bewegen, als sie der Sonne „näher sind."

Aus dieser Darstellung ist es nun ersichtlich, dass die Haupteinwirkung dennoch der Sonnenanziehung zugeschrieben wird, und somit die Einführung des Ethèrs als eine Decoration der Kepler'schen und der Attractionsgesetze erscheint.

Der Zweck unserer mehrseitigen Betrachtungen ist, dass der Leser den Zusammenhang der astronomischen Ideen deutlich erkenne und somit seine eigenen formuliren könne. Um die Unanimität der Astronomen über diesen Gegenstand zu constatiren, citiren wir noch Herschel, der in seiner Astronomie p. 309 sagt:

„Die langsame, regelmässig graduelle Abnahme der grossen Axe „der Ellipse dieses Cometen ist offenbar die Wirkung, welche durch einen „Widerstand eines sehr dünnen ethèrischen Mittels auf den in ihm sich „bewegenden Cometen hervorgebracht ist: denn ein solcher Widerstand, „indem er seine gegenwärtige Geschwindigkeit vermindert, vermindert „auch seine Centrifugalkraft, und räumt so der Sonne mehr Gewalt ein, „den Cometen näher zu ziehen. Diesem gemäss (keine andere Auslegung „des Phänomens erscheint möglich) ist diese durch Encke vorgeschlagene „Auflösung allgemein angenommen. Er wird demnach (der Comet nämlich) wahrscheinlich am Ende in die Sonne fallen, wenn er nicht früher „sich gänzlich zerstreut, was nicht unwahrscheinlich ist, wenn man die „Leichtigkeit seiner Materie betrachtet und wozu die beobachtete Thatsache führt, dass dieser Comet mit jeder seiner Wiedererscheinung „immer kleiner und kleiner wird."

Da sich hier drei astronomische Chimären glücklich begegnen und die Schwere sich zu ihnen gesellt, nämlich Comet, Ethèr und Centrifugalkraft sich freundlich die Hand reichen, haben wir folgende latente Begriffe zu bemerken:

Digitized by Google

a) Eine hemmend einwirkende Kraft, einen Widerstand, der die Geschwindigkeit beschleunigt.

b) Da die Beschleunigung eine indirecte Verlangsamung ist, so wird dadurch die Bahn verkleinert.

c) Ist die Bahn verkleinert, so muss sich der Körper darin schneller bewegen.

d) Die schnellere Bewegung, so wie auch die Verkleinerung der Bahn ist die Annäherung des Cometen zur Sonne, und endlich

e) Mit der Annäherung zur Sonne wächst die Attraction so wie auch die Geschwindigkeit.

Die Grundidee der Explication scheint diese zu sein: „Wird ein Planet oder ein Comet seiner tangentiellen Geschwindigkeit beraubt, so muss er in die Sonne fallen.“ Andererseits hat die Analyse bewiesen, dass die Centrifugalkraft genau gleich der anziehenden ist, welch letztere auch von manchen Gelehrten für die Centripetalkraft genommen ist. Diese Gleichheit der zwei Kräfte ist gleichfalls als ein Gesetz betrachtet, sie muss somit unter allen Umständen wahr sein. Hieraus folgt nun, dass, so wie die tangentielle Geschwindigkeit, das heisst die Centrifugalkraft abnimmt, genau so und in demselben Verhältniss die Centripetalkraft abnehmen muss, da nun nach den drei grossen astronomischen Principien die Geschwindigkeiten sich umgekehrt wie die Entfernungen (oder deren Wurzeln) verhalten, so muss der Planet oder Comet nach den Gesetzen Kepler's sich von der Sonne entfernen, wenn seine Geschwindigkeit abnimmt.

Die hemmende Action des Ethèrs entfernt somit den Cometen von der Sonne. Diesen Satz hat die Theorie anerkannt, sie hat ihn durch ihre variablen Geschwindigkeiten und Entfernungen factisch angewendet, durch die Aufstellung des Perihels und Aphels corroborirt. Die Planeten bewegen sich in der Sonnenferne langsamer, ihre Bahn dehnt sich aus. Hiezu kommt noch die festgewurzelte Idee, dass die Attraction Bewegung erzeugt, und dass die Geschwindigkeit des Planeten oder Cometen im Verhältniss der Anziehungszunahme wächst.

Der hier lavirende grobe Widerspruch kann wohl Niemandem entgehen; die Theorie setzt sich aber über Gross und Klein hinaus und sagt: nimmt die Centrifugalkraft ab, so muss die Centripetalkraft zunehmen; wird die Schleuder weniger stark geschwungen, so fällt der Stein auf die Erde etc., wodurch nun die Theorie klar beweist, dass die Attraction der tangentiellen Geschwindigkeit nicht gleich ist.

Die Geschwindigkeit des Cometen von Encke nimmt zu, folglich ist seine Centrifugalkraft im Wachsen, hält diese der Sonnenanziehung das Gleichgewicht nicht, so wird sich der Comet von der Sonne für immer entfernen, hält sie ihr aber das Gleichgewicht, so verändert sich nicht die Bahngrösse, oder was man als gleichbedeutend annimmt, die Entfernung des Cometen von der Sonne, wohl aber seine Umlaufszeit.

Digitized by Google

Nun sind aber die durchlaufenen Räume gleich der Geschwindigkeit, und bei einer gleichförmigen Bewegung verhalten sich die Räume wie die Zeiten. Die Umlaufszeit des kurzen Cometen nimmt ab; ist nun seine Geschwindigkeit vermindert, so muss der von ihm durchgelaufene Raum sich gleichfalls vermindern, und zwar der Zeitabnahme proportional; in diesem Falle aber ändert sich seine Umlaufszeit nicht; hieraus ist es evident, dass dieser Comet zu seiner Acceleration, auf einem „natürlichen" Wege nicht gelangen kann.

Der directe Sinn der indirecten Theorie könnte demnach beiläufig dieser sein; „der die Bewegung hemmende Ethèr hindert den Cometen so schnell zu laufen als er wollte, seine Geschwindigkeit ist somit direct vermindert; eine directe Verminderung dieser Geschwindigkeit hat die directe Verlängerung der Umlaufszeit zur Folge; also gerade das Gegentheil von dem, was der Comet thut.

Nun ist Zeit, dass die einseitigen Begriffe, welche man sich von der Attraction gemacht hat, sich in das Mittel legen. Die Verlangsamung der Bewegung ist die Veränderung der Tangentialgeschwindigkeit, d. h. der Centrifugalkraft; ist diese geschwächt, so ist das Gleichgewicht zwischen Centripetal- und Centrifugalkraft gestört, die erstere muss grösser werden, der Comet muss sich demnach der Sonne nähern. Aus dem System von Copernik, nach welchem alle Körper des Systems um den Mittelpunct der Sonne kreisen, folgt unmittelbar, dass je näher der Körper der Sonne ist, desto kleiner seine Bahn werden muss. Ist nun diese Annäherung im directen Verhältniss mit der Verlangsamung, so bleibt die Umlaufszeit dieselbe, so wie auch die Winkelgeschwindigkeit; um der Comödie ein Ende zu machen, muss man sich einbilden, dass die vergrösserte Sonnenanziehung die Geschwindigkeit des Cometen vergrössert. Auf diese Art kommt man zu dem erwünschten Resultat der indirecten Beschleunigung der Revolution.

Uns scheint es, als hätte der gelehrte Astronom die Absicht gehabt, durch die Einführung des Ethèrs und durch seine Application der astronomischen Attractionstheorie eine kleine — wenn auch scheinbar eine indirecte — Lection zu geben. Er gibt nämlich auf eine etherische Art zu verstehen, dass sie wohl thun würde, sich an gut aufgestellte Principien zu halten, und ihre grund- und ursachlosen variablen Geschwindigkeiten und Entfernungen aufzugeben. Er lässt somit durch den Ethèr deutlich wahrnehmbar sagen, dass, wenn ein Weltkörper seine Geschwindigkeit ändert, er dazu seine guten Gründe hat, und wenn die constante Attraction einer unveränderlichen Masse zu- oder abnimmt, dass sie dies ohne eine Ursache gewiss nicht thut.

Es ist nicht wahrscheinlich, dass die Astronomen den zarten Wink bemerken, sollten sie aber dessen dennoch gewahr werden, so kann man ein paar hundert tausend Millionen Milliarden gegen eins wetten, dass sie

Digitized by Google

— die heutigen Astronomen nämlich — an ihre variablen Geschwindigkeiten und Entfernungen, eben deren Bodenlosigkeit wegen — bis an das Ende der Welt festhalten werden.

Gut behandelt könnte der Ethèr die wahre Grundlage, das einzig mögliche Lebensprincip der Perturbationstheorie werden, und die Attraction glorreich aus dem Sattel heben. Auf seiner gegenwärtigen Entwicklungsstufe erfreut sich die etherische Theorie noch keiner Gesetze ihrer Action, daher kann sie noch nicht der Analyse unterworfen werden, und die Folge davon ist, dass aus ihr momentane Uebelstände hervorgehen; es ist aber deutlich, dass diesen leicht dadurch abzuhelfen ist, wenn man seine scheinbar und indirect störende Einwirkung als eine direct conservative anerkennt und den Ethèr als eine Universal-Perturbationskraft declarirt. Die meiste Verwirrung hat die Attraction dadurch verursacht, dass sie in der That da ist, und sich in ihren Wirkungen sogar auf der Erdoberfläche manifestirt; dass man ihre Erscheinungen nicht versteht, ist das Geringste, denn die Theorie lässt sie doch nach ihrem Gutdünken agiren; aber der Umstand allein, dass sie wirklich da ist, kann schon als ein Hinderniss betrachtet werden; dieses fällt beim Ethèr gänzlich weg, indem er von der Existenz unabhängig ist, und somit die Imagination gar nicht genirt.

Der Umstand, dass der Ethèr noch nicht recht weiss wie er sich zu benehmen hat, um Phänomene zu erzeugen, kann für den kleinen Cometen von den traurigsten Folgen sein. Würde auf ihn z. B. die Sonne allein, oder in Gesellschaft des Mondes und der übrigen zu ihren Diensten stehenden Weltkörper störend einwirken, so könnte die Analyse beweisen, dass eben so wie in andern Fällen die Perturbation als eine seculärperiodische, in engen Grenzen eingeschlossen ist, und somit der Acceleration des Cometen recht bald eine Retardation nachfolgen wird; wenn aber der Ethèr sich einfallen lässt, beständig und immer auf dieselbe Art einzuwirken, so ist dem kleinen Cometen — wie dies auch Herschel evident erkennt — nicht zu helfen, er muss in den Mittelpunct der Sonne hineinfallen.

Entwickelt sich aber die Theorie des Universal-Ethèrs, so ist der kurze Comet auch gerettet, was sehr leicht einzusehen ist. Man hat bloss, was man bei der Attraction so erfolgreich thut, die verkehrten Begriffe umgekehrt anzuwenden. Man sagt nämlich ganz einfach: nach einer nicht sehr langen Periode wird der Ethèr auf den Cometen direct impulsiv einwirken, wodurch seine Geschwindigkeit indirect vermindert wird; geht der Comet langsamer, so ist es natürlich dass seine elliptische Bahn sich vergrössern muss; ist einmal die Bahn vergrössert, so ist es evident, dass der Comet sich von der Sonne entfernt; hat nun auf diese Art die Centrifugalkraft die Oberhand gewonnen, so ist die Sonnenanziehung attrapirt und der kleine Comet ist gerettet.

Digitized by Google

DIE SONNE.

[1.] Die Sonne bewegt sich, sie versetzt sich im Raume, die Planeten folgen ihr, so wie diesen die Satelliten nachfolgen. In diesen wenigen Worten liegt die Aufklärung über die merkwürdigsten und zugleich auffallendsten Phänomene des Sonnensystems, welche zu allen Zeiten Gegenstand des Staunens und der Verwunderung waren, ohne dass der Gedanke sich bis zum Begriffe ihrer Bedeutung erhoben hätte. Diese wenigen Worte erklären zugleich den Sinn der ewigen Phrase „Neigung gegen die Sonne."

Laplace drückt sich in seiner Exposition etc. p. 389 folgends aus:

„Betrachtet man das Planetensystem mit Aufmerksamkeit, so „sieht man mit Erstaunen, dass alle Planeten sich um die Sonne „vom Occident nach dem Orient fast in derselben Ebene bewegen; „dass alle Satelliten um ihre Planeten in demselben Sinne und fast „in derselben Ebene sich bewegen als die Planeten; dass endlich „die Sonne, die Planeten und die Satelliten, deren Rotationsbewe„gung beobachtet wurde, sich über sich selbst drehen in dem „Sinne und beiläufig in der Ebene ihrer Projectionsbewegung etc. „Solche ausserordentliche Phänomene hängen nicht von unregel„mässigen Ursachen ab. Unterwirft man ihre Wahrscheinlichkeit „dem Calcul, so findet man, dass man mehr als zweihunderttau„send Milliarden gegen Eins wetten kann, dass sie nicht die Wir„kung des Zufalls sind, was eine viel grössere Probabilität bietet „als der grösste Theil historischer Ereignisse, über welche wir „keinen Zweifel hegen. Wir müssen demnach mindestens mit dem„selben Vertrauen glauben, dass die Planetenbewegungen durch „eine primitive Ursache bestimmt wurden."

Was mit der fixen Sonne unbegreiflich ist, wird durch die sich bewegende deutlich, fasslich.

So wie die Sonne die Bewegungen der ihr System bildenden Körper ordnet und regelt, so wie sie ihr Licht überall verbreitet, eben so muss sie der Wissenschaft ihre Richtung anweisen und sie mit Licht versehen.

Dies musste endlich kommen, und die Epoche der astronomischen erklärenden Wissenschaft wird beginnen, wenn ihre Theorie sich auf die Sonnenbewegung gründen wird. Alles das,

Digitized by Google

was ohne diese vorging, geschah oder gethan wurde, zählt absolut nichts. Die Richtung der theoretischen Arbeiten war, wie wir dies gesehen haben, durch die aufgestellten Ideen gegeben; die auf diese Art bedingten vorgefassten Meinungen erlaubten nicht, die hohe Wichtigkeit der Sonnenbewegung auffassen zu können, denn ihre Folgen sind noch immer nicht geahnt, welche natürlich eine totale Veränderung in den Ansichten über die „Himmelsmechanik" nach sich ziehen. Auf diese Folgen kann heute noch Niemand vorbereitet sein, denn Niemand kann sich deren ganze Bedeutung vorstellen, ohne sich von allen jenen theoretischen Notionen zu entledigen oder vielmehr zu befreien, welche allgemein verbreitet und stets gelehrt werden.

Während man an der Befestigung und an der vermeinten Vervollkommnung des Systems von Copernik arbeitete, musste man dennoch die Empfindung haben, dass die sich bewegende Sonne im Stande sein könnte, die allerschönsten theoretischen Conceptionen umzuwerfen: dennoch setzte man aber die Arbeiten bis auf unsere Tage fort, und zwar auf Grund zweier psychologischen Umstände (incidents); erstens arbeitet man nicht gern ohne Erfolg und man will, dass das, was man hervorgebracht hat, auch bleibe, ja selbst in die Ewigkeit aufrecht bleibe; zweitens ist der menschlichen Eigenschaften eine, dass man immer Recht haben will, sei es gegen die Vernunft oder gegen die Natur selbst.

Als Laplace die citirten Worte niederschrieb, wusste er es sehr wohl, dass das Sonnensystem sich im Raume versetzt, so wie alle Jene, die in ihren Büchern seine Worte nachschreiben, gleichfalls wissen, dass die Sonne sich bewegt. Wie kann man sich nun dieses kleinliche Phänomen — das leichtfertige Sichhinübersetzen über diese Thatsache — erklären?

Die Idee über die Fixität der Sonne hat sich dergestalt in die Köpfe eingewurzelt, dass, um sie herauszureissen, keine hinlänglich grosse Naturkraft existirt; die bisherige Ohnmacht der Sonne ist offenbar. Diese kann sich bewegen wie sie will, und während man emsig nachforscht, wohin sie geht, wie schnell sie gehet, scheint man auf ihre Fixität zu denken und die „Untersuchungen und Nachforschungen" aus blosser Neugierde — ohne daraus die geringste Folgerung zu machen — fortzusetzen. So wie man den Beruf in sich fühlt, eine Determination, eine Theorie oder ein Gesetz zu machen, befestigt man die Sonne sehr solid auf — den Ethèr. Von dieser Hartnäckigkeit (Tenacität) des menschlichen Geistes gibt eben Laplace ein colossales Beispiel. Dieser grosse Geometer, der selbst ein Sonnensystem aus einer Nebelmasse schuf, welche Nebelmasse ursprünglich schon mit einer Translations- und Rotationsbewegung versehen war, verwendet mehr als

Digitized by Google

40 Jahre, um seine erstaunlichen Arbeiten auf die — Fixität der Sonne zu basiren! Nachdem die Schüler getreu wiederholen müssen, was sie vom Meister gelernt, glauben die astronomischen Schriftsteller genug gethan zu haben, wenn sie der Sonnenbewegung ehrenhaft erwähnen; aber ihre Ableitungen, Schlüsse, Theoreme, Explicationen, Proben, Beweise und Gesetze etc. werden auf die Fixität gegründet, nach dem Systeme von Copernik und den Gesetzen Kepler's: denn ganz gedankenlos sagen sie, „die Sonne kann in Bezug auf ihr System als ruhend betrachtet werden."

Eine andere fixe Idee ist, dass die Erde und die übrigen Planeten gegen den Mittelpunct der Sonne, so wie die Monde gegen den Mittelpunct ihrer Planeten fallen. Die Weltkörper fallen gegen einander mit jeder Secunde, sie fallen mit der ihnen eigenthümlichen Geschwindigkeit, welche sie verwenden, um ihre fixen Bahnebenen durchzulaufen, sie fallen in Folge der Anziehung.

Die dritte fixe Idee ist, dass die Planeten um das Centrum der Sonne, die Satelliten um das Centrum ihres Planeten kreisen. Diese untheilbare Dreieinigkeit repräsentirt das Unmögliche, aus ihr entspringen alle übrigen denselben Stempel tragenden Ideen.

[2.] Die Sonne zieht ihr System mit und nach sich. Wenn demnach das ganze System sich fortbewegt, so muss wohl ein jeder hinzu gehöriger Körper auf dieselbe Art sich mitbewegen; es ist somit einfach und klar, dass die Richtung der Sonne die Richtung des Systems und aller seiner Theile ist. Die beiden Bewegungen, die Rotation und Translationscirculation, müssen somit nothwendigerweise in demselben Sinne stattfinden, und wir haben bereits bemerkt, dass die Translation in der Richtung der Rotation vorgehen müsse, woraus folgt, dass auch diese beiden Bewegungen unausweichlich mit der Sonnenbewegung gleicher Richtung sind.

Dass die zum System gehörigen Körper fast in derselben Ebene sich bewegen, ist eine Auffassung oder vielmehr eine Art, sich auszudrücken, welche einer Correction bedarf. Die Ebene ist ein Raum von zwei Dimensionen, ein Flächenraum ohne Dicke (Epaisseur). Mehrere Ebenen zusammengestellt bilden schon einen Raum von drei Dimensionen. Wir haben bemerkt, dass die Ecliptik mit ihrer Neigung zum Aequator, so wie der Zodiak eine Dicke von 47 bis 50 Graden haben, dass folglich der von ihnen eingenommene Raum, so wie auch die Summe der verschiedentlich gegen einander geneigten Planetenbahnen, so wie diese sich die Theorie vorstellt, nicht fast dieselbe Ebene genannt werden können. Man muss sich somit unter dem Raum, in welchem die Bewegung des Systems vorgeht, etwas anderes als eine Ebene vorstellen, einen Raum nämlich von drei Dimensionen. Dieser vom

Digitized by Google

Sonnensystem eingenommene Raum lässt sich theilweise vorstellen, wenn man die Beobachtungen der neuesten Zeit prüfend studiert, und so eine wahrscheinliche Configuration des Systems sich imaginirt.

Von der Entfernung der Sterne hat man nur Ideen, aber keine Kenntniss. Warum die Nachforschungen über die „Parallaxe der Fixsterne" bisher zu keinem Erfolg führen konnten, werden wir an seinem Orte darthun.

Nach diesen Ideen ist die Entfernung der Sterne sehr gross; der der Erde nächste Stern soll schon durch die Zahl von sieben Billionen Meilen repräsentirt sein.

Da man nicht annehmen kann, dass es zwei Sterne gibt, deren Erdferne dieselbe ist, so kann man doch voraussetzen, dass nach dieser Ansicht der Linearraum zwischen zwei sich diametral — am Himmel — entgegen gesetzten Sternen mindestens 14 Billionen Meilen beträgt; übertragen wir diese Linie auf die Himmelssphäre und betrachten selbe als ihren Durchmesser, so können wir uns vorstellen, dass die Sonne mit ihrem System sich stets im Mittelpuncte der uns scheinbaren Himmelshohlgugel befindet: woraus folgt, dass ihre Versetzung im Raume in Bezug auf den Sternhimmel und die Sterne selbst entweder unfühlbar ist, oder dass eine gleichzeitige allgemeine Versetzung aller Weltkörper statt hat.

Für einen der Erde nächsten Stern erscheint die Sonne selbst als ein kleiner funkelnder Stern, ihr Gefolge, die Planeten, werden sich in ihrer Strahlung (Irradiation) verbergen und unsichtbar sein; die Bewegung der Sonne wird für den beobachtenden Stern beiläufig dieselbe Winkelversetzung zeigen, welche von der Erde aus an diesem Stern wahrnehmbar ist.

Für die Erde aber ist dieser vom Sonnensystem eingenommene Raum bedeutend; nach den heutigen Begriffen dehnt er sich von der Sonne bis zum Neptun aus, eine Distanz, welche sich mit beiläufig 1184 Millionen Meilen ausdrückt und bei 360000 Erddurchmessern den 12200sten Theil der Entfernung der beiden nächsten Sterne von der Erde repräsentirt. Um diese Distanz durchzulaufen, welche uns von einem jener beiden Sterne trennt und welche wir uns als den Halbmesser der Himmelshohlkugel vorstellten, hätte die Sonne mit einer Geschwindigkeit von vier Meilen in der Secunde beiläufig 55·5 Jahrtausende zu verwenden.

Stellung und Bewegung des Sonnensystems sind somit auf jenen Theil des gestirnten Himmels projicirt, welchen man den Zodiak nennt; sei nun die Bewegungsrichtung der Sonne welche immer, so wird diese von den Sternen angezeigt und von der Erde aus wahrnehmbar sein; es ist aber auch ersichtlich, dass in wel-

Digitized by Google

cher Gegend immer — des Himmelsraumes — die Sonne ist, so wird man diese stets Ecliptik nennen, ohne Rücksicht auf die Constellationen, welche den idealen Kreis bilden; dies ist die Folge der revolutiven Erdbewegung und der permanent bleibenden Stellung unseres Planeten zur Sonne.

Wir wissen, dass ein im Raume beschriebener grosser oder kleiner Kreis, von jenem der Erdrotation an bis zum Revolutivkreise Neptuns, denselben Effect auf den Sternhimmel erzeugt: alle erscheinen als grosse Himmelskreise, welche in der Wirklichkeit nicht existiren können. Der Sprachgebrauch, dass sich „die Planeten und das System fast in derselben Ebene bewegen," kann seine Abänderung erhalten, wenn man sagt, dass die Sonne mit ihrem Gefolge sich so bewegt, dass sie insgesammt dieselben Räume durchwandern.

[3.] Während sie der Sonne folgen, beschreiben die Planeten ihre Revolutivcurven, welche sie ursprünglich in Folge einer Impulsion erhalten haben. Diese Thatsache enthält drei wichtige Folgen.

Die erste ist, dass die Planeten nicht *um* die Sonne kreisen, sondern dass sie ihr nachfolgen. Dass die Circulation auf die Sonne und deren Mittelpunct bezogen werden kann, ist selbstverständlich; in der Wirklichkeit aber geht sie *um die Sonnenbahn* vor. Die Unmöglichkeit einer Kreisbeschreibung bei einem sich bewegenden Centrum um den Mittelpunct eines Weltkörpers, der frei im Raume sich bewegt, und, wie man zu sagen pflegt ohne Stütze, ohne Unterlage (sans soutien) ist, muss aus unseren Studien klar hervorgehen, ja selbst bei einer Voraussetzung — mit dem System von Copernik — eines fixen Centrum ist das *um* oder Herumkreisen um dasselbe im Weltraume unmöglich. Diese Unmöglichkeit wird sich aber alsogleich deutlich herausstellen, wenn man annimmt, dass zwei fragliche Weltkörper sich mit welch immer, doch aber gleichförmiger Geschwindigkeit zugleich und in demselben Sinne bewegen, ihre Entfernung von einander beibehaltend. Im Allgemeinen, bewegen sich zwei Puncte in derselben Richtung, mit welch immer Differenz ihrer gleichförmigen Geschwindigkeit, ihre Distanz erhaltend, so kann keiner von beiden weder einen Kreis um den andern, noch eine geschlossene Curve beschreiben. Um diese einfache Thatsache zu begreifen, hat man nicht nöthig, seine Zuflucht zu der höchsten oder tiefsten Geometrie zu nehmen, wir aber fragen ernstlich, warum ist diese einfache Thatsache allen Geometern, grossen und kleinen, seit Euclid bis heute entschlüpft? Der Mond z. B. bewegt sich mit der Erde in derselben Richtung, die Geschwindigkeit dieser übertrifft die eigene Geschwindigkeit ihres Satelliten selbst nach der Theorie

Digitized by Google

mehr als 30mal. ihre Entfernung bleibt dieselbe, wie kann man — fragen wir — sagen, so wie ein Laplace selbst es sagt, dass „der Mond um den Mittelpunct der Erde in einer geschlossenen. fast kreisförmigen Curve kreiset?“ Es ist möglich, dass dieser Kreis um die Erde mit den Gesetzen der höchsten Mechanik in Uebereinstimmung ist, er ist aber sicherlich im Widerspruch mit der Natur. Wodurch aber machen die Astronomen das Unmögliche möglich? Dadurch, dass sie die Erde in Bezug auf den Mond als „ruhend“ betrachten: sie meinen nämlich, wenn sie die Erde als ruhend betrachten, so bewegt sie sich nicht.

Wenn die Planeten der Sonne und die Satelliten den Planeten folgen, wie will man eine Circulation um das Centrum herausfinden? Wir haben bereits bemerkt, welch ausserordentliche und zugleich stets sich verändernde Geschwindigkeit man dem Monde zuzuschreiben hätte, um sich die Möglichkeit einer Circulation *um* die Erde vorzustellen?

Diese erste Folge der Sonnenbewegung entledigt die Theorie einer grossen Last; sie wird der Centrifugalkraft nicht mehr bedürfen um diese zuerst, so wie auch die Geschwindigkeit des Planeten durch die Sonnenanziehung hervorbringen zu lassen, dann aber durch das Product selbst die Wirkung, durch die Centrifugalkraft die Attraction vernichten zu machen. Hat sich — Dank der Sonne — die Anziehung von ihrem Todfeinde befreit, so kann sie auch ungehindert handeln, und wird die unveränderliche Entfernung der Planeten von der Sonne erhalten.

Während die Planeten ihre ursprünglichen Curven beschreiben, werden sie von der Sonne mitgezogen; hieraus folgt die unausweichliche Nothwendigkeit der Spirale als definitive Bahncurven oder Bewegungslinien doppelter Krümmung, welche die Folge der Combination zweier Geschwindigkeiten (Kräfte) ist, die eine gehört den Planeten an, sie ist ihre ursprünglich erhaltene Geschwindigkeit, welche sie selbst nicht ändern können, die andere gehört der Sonne zu. Diese Sonnenbewegung ist es, welche den Planeten durch die Attraction mitgetheilt wird, ihre Eigenbewegung erhält hiemit eine Zugabe, welche wir die Leitungs- oder Führungsgeschwindigkeit genannt haben. Die Summe beider Bewegungen ist die absolute Geschwindigkeit des Planeten im Raume. Was sich von der Sonne und den Planeten versteht, gilt eben so für die Planeten und ihre Satelliten.

Es ist demnach die ursprüngliche Circularbewegung der Planeten, modificirt durch die Sonnenbewegung, welche für ihre Bahnbeschreibung gehalten werden kann, und deren Figur wir als einen Ring betrachtet haben, welche in die endlose Spirale umgewandelt ist. Ein isolirtes Stück oder Theil der sich ununterbrochen fort-

Digitized by Google

setzenden Bahnlinie, die sich durch eine periodisch wiederkehrende Coincidenz bezeichnen lässt, können wir die Revolutivcurve des Planeten nennen. Diese Curven auf die Himmelssphäre projicirt und central gesehen, erscheinen auf den ersten Anblick als geschlossen; eine fortgesetzte nähere Beobachtung zeigt aber, dass selbst die Projection keine geschlossene Figur ist, sondern dass sie sich continuirt. Ein Beweis hiezu ist durch die Erscheinung der Präcession gegeben.

Die zweite Folge der Sonnenbewegung, des Vorangehens der Sonne ist, dass die Planetenentfernungen von ihr, nicht die halben — weder grossen noch mittleren — Axen ihrer Bahn sein können. Wir haben bereits bemerkt, dass Copernik's System den Planeten das mögliche Maximum der Bahngrösse und auch der Geschwindigkeit zuweiset, wir haben überdies noch bemerkt, dass, sobald die Sonne sich von einer theoretischen Bahnebene entfernt, der Halb- oder Durchmesser dieser Bahn sich nothwendigerweise verkleinert, und zwar im Verhältniss der Sonnenferne von der fraglichen Ebene.

Die Grösse oder Ausdehnung, so wie auch die Figur der Bahnen, ist durch die Beobachtung nicht gegeben, denn eine directe Beobachtung von Bahnen war nie die Aufgabe der Astronomie, im Gegentheil beweist sie, dass die Kenntniss der Entfernungen und Bahngrössen entbehrlich ist; es sind willkürliche Voraussetzungen, nach den Ideen, welche man sich von der Configuration des Sonnensystems gemacht hat, dass die Entfernung eines Planeten von der Sonne, zugleich die halbe grosse Axe seiner Bahn ist, und welche, nach Kepler, keine andern geschlossenen Curven als Ellipsen sein können; es ist in Folge dieser Vorstellungen, dass die heutige Astronomie die elliptischen Bahnen als eine über jeden Zweifel erhabene Gewissheit betrachtet.

Man kann die Entfernung eines oder des andern zum Sonnensystem gehörigen Weltkörpers von der Erde oder von der Sonne annähernd kennen, die Wissenschaft liefert hiezu den Beweis; aus dieser Kenntniss folgt aber nicht, dass man zugleich auch die Grösse und Figur seiner Bahn kennt. Diesen Umstand konnte die Theorie nie in Betracht ziehen, denn sie richtet sich fest nach dem System von Copernik und den Gesetzen Kepler's.

Die dritte Folge der Sonnenbewegung ist die einfachste, und aus diesem Grunde wird man sie nur mit der äussersten Mühe begreifen wollen: sie ist diese; die Sonne voraus, kann nicht *zwischen* den Planeten zu stehen kommen, d. h. kein Planet kann ihr, in ihrer Bahn oder in ihrem Weg vortreten, ihr vorauseilen; die Rollen können sich nicht wechseln, ein Planet kann nicht zum Führer des Systems werden. Die heutige Theorie über Oppo-

Digitized by Google

sitionen und Conjunctionen ist somit gestürzt, und muss sich in dem Sinne der Configuration des Systems neu formuliren. Nach dem angenommenen System kommen die Planeten bald *vor* bald *hinter* die Sonne zu stehen; in Bezug auf die Erde kommen alle Planeten hinter die Sonne, welche somit zwischen die Erde und die betreffenden Planeten kommt. Die beiden *inneren* Planeten kommen überdies auch zwischen die Sonne und die Erde zu stehen.

Für die Erde, so wie für alle Planeten welche entfernter als sie von der Sonne sind, wird diese von den beiden Planeten Mercur und Venus periodisch verfinstert, d. h. sie gehen scheinbar über die Sonnenscheibe. Hieraus ist es klar, dass sie zwischen der Sonne und der Erde circuliren, es folgt aber daraus nicht, dass sie hinter die Sonne kommen müssen. Gehen sie durch die Sonnenscheibe, so sind sie darauf sichtbar, passiren sie die Scheibe ohne sich auf sie zu projiciren, so sind sie unsichtbar. Nun meint die Theorie, passiren sie hinter der Sonne, so haben sie sich in ihren Strahlen verborgen, und sind aus diesem Grunde unsichtbar: es ist aber ganz gleich, ob sie vor oder hinter der Sonne unsichtbar sind, immer werden sie sich in ihre Strahlen verbergen. Die Theorie hat sich aber eingebildet, das diese zwei Planeten hinter der Sonne ganz beleuchtet sind, und indem sie sich aus den Sonnenstrahlen herausheben, ihre Scheibe nicht mehr als ganz beleuchtet erscheint, und daher nur grössere oder kleinere Phasen beobachtbar sind. Die aufmerksame Beobachtung dieser Phasen, enthält eine wichtige Lehre über die Stellung der Bahnen der Planeten; so schwer auch ihre Beobachtung ist, so zeigt sich dennoch, dass das Maximum der bisher beobachteten Phasen der Venus noch nicht die Hälfte ihrer Scheibe erreicht; Mercur und Venus sind stets nur theilweise beleuchtet; Mars, den Kepler so genau beobachtet hat, zeigt gleichfalls stets veränderte Phasen, und ist nur momentan ganz beleuchtet. Die Planeten über Mercur hinaus, zeigen keine Phasen mehr.

[4.] Diese drei wichtigen Folgen der Sonnenbewegung enthalten nichts, was mit den bekannten Himmelserscheinungen nicht im Einklange wäre, nichts was mit den Beobachtungen im Widerspruch ist; wir haben uns aber schon hinlänglich überzeugt, dass diese Phänomene und Beobachtungen mit dem angenommenen System ganz und gar nicht harmoniren, und daher die Nothwendigkeit eintreten musste, die Planetenbewegungen prüfend zu studieren.

Wenn der eine oder der andere Autor sagt, „dass die Astronomen nicht die absoluten Stellungen und Bewegungen der Weltkörper im Raume, sondern nur jene zur Sonne relativen betrachten und berechnen, so will dies nicht sagen, dass sie die auf die

Digitized by Google

Sonne sich beziehenden Stellungen und Bewegungen der Planeten auch kennen. Zu dieser Kenntniss gelangt man durch das System Copernik's nicht; die Gesetze Kepler's und Newton's, die aufgestellten Theorien, die evidenten analytischen Beweise etc. führen eben so wenig dazu. Dass die Weltkörper sich im Raume bewegen, dass sie ihre Revolutionsfigur im Raume beschreiben, daran wird kaum ein Astronom zweifeln; es ist somit die Raumbewegung, welche sich *eben* projicirt. Correct und consequent ist daher einfach zu sagen, dass die practische Astronomie die Erscheinungen so betrachtet, wie diese sich zeigen, nicht aber wie sie sind. Da alle Bewegungen auf dieselbe Himmelssphäre projicirt sind, so beobachten und berechnen die Astronomen nichts anderes als ebene Projectionen. Die Erdbewegung ist direct nicht beobachtbar, sie ist aus ihrer Projection abgeleitet; die Sonnenbewegung kennt man nicht, man wird sie aber durch ihre Projection finden; die Bewegung der Planeten und ihrer Satelliten geht in demselben Sinne mit jener der Erde vor, sie ist Projection: Nähe und Ferne erscheinen auf derselben sichtbaren Himmelssphäre.

Kennt aber die practische Astronomie weder die absoluten, noch die relativen Bewegungen, so ist dies ein Beweis, dass sie diese Kenntniss entbehren kann; darum sind wir auch der Meinung, dass durch diesen Umstand ihr reeller Werth nur erhöht ist, denn die periodische Wiederkehr derselben Projectionen auf lange Zeit voraus bestimmen zu können, zeigt auf einen hohen, auf einen schönen Standpunct der Wissenschaft. Will aber der Astronom zu der annähernden Kenntniss der Realität gelangen, so muss er den von der Theorie eingeschlagenen Weg verlassen, und sich an das Studium der Projection selbst und deren Bedeutung machen.

Aus unseren Studien geht es hundertfach hervor, dass das System von Copernik und die darauf gegründeten Theorien sich mit der Sonnenbewegung nicht vertragen können. Das Wesen dieses Systems besteht aber in der Configuration der Weltkörper, in der Anordnung der Planeten um die fixe Sonne, denen es ihre relative Stellung anweiset. Wir wissen, dass in Folge dieser figürlichen Zusammenstellung des Sonnensystems man sich vorgestellt hat, dass die verschiedentlich gegen einander geneigten Bahnebenen der Planeten den Sonnenmittelpunct durchschneiden. Diese sind die invariablen Ebenen, ohne welche die Geometer keine analytischen Beweise führen können; sie sind invariabel diese Ebenen, weil ihre grossen Axen sich nicht ändern, sie sind aber beweglich und die eine Ebene kann sich auf der andern versetzen, das heisst, definitiv sind es die Ebenen, die um den Mittelpunct der Sonne kreisen und die Planeten sind ihr Zugehör (accessoires).

Digitized by Google

Stellt man sich nun bei dieser Configuration vor, dass die Sonne sich bewegt, so folgt unmittelbar, dass die invariablen Ebenen, die an ihren Mittelpunct angeheftet bleiben, sich mit der Sonne zugleich fortbewegen, woraus dann ersichtlich wird, dass man nicht mehr weiss, welche Rolle man denen Planeten zuzuweisen hat. Der Sonnenbewegung kann man nicht eine beliebige Richtung anweisen, man kann sie z. B. nicht senkrecht auf die eine oder die andere Bahnebene annehmen, da in diesem Falle die Sonne sich parallel mit jener Axe einer Ecliptik bewegen würde, welcher man Pole zuschreibt; da es aber deutlich ist, dass Sonne und Planeten sich in derselben Richtung bewegen, so kann man der Sonne füglich keine andere geben, als eine solche, welche mit einer Bahnebene zusammenfällt, oder aber, um nicht partheiisch zu sein, sie inmitten aller Ebenen gehen zu lassen. Aus diesem Umstande gingen die Epicycloiden hervor, welche, wie wir gesehen haben, nebst ihrer Absurdität, schon durch die Neigungen der Bahnen unter sich, unmöglich gemacht sind.

Es ist wohl nicht schwer herauszufinden, dass die von Copernik angegebene Configuration des Sonnensystems nicht die wahre sein kann, und man somit eine zu suchen hat, welche sich mit der Sonnenbewegung sowohl, als auch mit den beobachteten Phänomenen verträgt.

[5.] In Folge dieser unserer Betrachtungen können wir uns z. B. folgendes Bild des Sonnensystems, als erste Annäherung entwerfen.

Nach der Sonne, die wie der Kern eines Cometen vorausgeht, kommen nach einander gereiht die Planeten, deren Revolutivcurven je mit ihrer Entfernung immer grösser werden, als würden sie eben so viele Centrifugalpendeln vorstellen, deren Fäden vom Mittelpuncte der Sonne ausgehen.

Sind diese alle in Circulation und die Sonne ist für einen Moment im Gedanken als unbeweglich angenommen, so beschreiben die Fäden (radii vectores) reguläre hohle Kegeln, deren Basis senkrecht auf ihre Axe ist. Der Umfang dieser Kegelbasis ist, was wir die ursprüngliche Revolutivcurve genannt haben. Liegen diese Kegel in demselben Winkel, so scheinen sie nur eine einzige auszumachen, und die Planeten circuliren auf dessen Oberfläche.

Nach den Beobachtungen zu urtheilen, scheint es in der That, dass die Kegel fast in demselben Winkel liegen, und dass in Folge dieser Lage der Zodiak als eine gemeinschaftliche Bahngrenze betrachtet wurde.

Die Centralprojection der Ringe ist natürlich ein Kreis, der durch die Perspective sich in welch immer eine Ellipse verwandelt. Von der Sonne aus gesehen, erscheinen die Planetenbahnen in eine

Digitized by Google

Configuration projicirt, welche genau Copernik's Diagramm darstellt; die Sonne ist inmitten aller Bahnen, und die Planeten scheinen um ihren Mittelpunct zu kreisen.

Den Kegel selbst zeigt die Seitenansicht; liegen nun die Curven in demselben Winkel, so verhalten sich die Bahngrössen — ihre Halbmesser — wie die Planetenentfernungen von der Sonne. Dass von keinem Planeten aus diese Curve eines andern Planeten central gesehen werden kann, ist an sich klar, sie müssen sich daher als excentrische Kreise oder Ellipsen darstellen. Die Erde kommt in Bezug auf einen andern Planeten unter den verschiedenen Stellungen auch in eine solche, bei welcher die Satelliten derselben central projicirte Bahnen zeigen.

Bewegt sich nun die Sonne, so ist die Richtung ihrer Bewegung die gemeinschaftliche Axe des Kegels, das heisst die Planeten circuliren um die von der Sonne beschriebene Linie, welche wir ihre Bahn nennen können; wir werden sehen, dass diese Linie der Himmelsäquator selbst ist.

Durch die Sonnenbewegung verwandeln sich die bisher als ebene Curven oder Ringe betrachteten Planetenkreise in Spiralen, die um so ausgedehnter sind, als die Geschwindigkeit der Sonne im Vergleich zur eigenen Geschwindigkeit des Planeten grösser ist: diese Curven doppelter Krümmung sind nicht mehr senkrecht auf die Kegelaxe oder auf die Sonnenbahn, sondern sie haben die Neigung zu derselben, welche durch den Winkel des Kegels angegeben ist.

Setzen wir voraus, dass die Sonne sich in gerader Linie fortbewegt, so bilden die Ringe der von den Planeten beschriebenen Spiralen einen Cylinder, dessen Durchmesser gleich ist dem Durchmesser der ursprünglichen Revolutivcurve oder des Spiralringes: in diesem Falle könnte man die Spiralen cylindrische nennen, indem die auf einander folgenden Ringe desselben Durchmessers auch dieselbe Lage haben; es ist aber an sich klar, dass auch die Sonne in einer Curve sich bewegt, somit wird der Cylinder, den wir uns eben vorgestellt haben, eine Krümmung erhalten, welche der — ohnehin schon doppelten — Krümmung der Spirale eine dritte hinzufügt. Es ist selbstverständlich, dass der Durchmesser der Spiralringe durch diese dritte Krümmung nicht verändert wird, die Projection derselben aber wird modificirt. Nach dieser Anschauung wird der Kegel, die Figur des Systems, eine schwache Krümmung erhalten und ein Bild geben, welches uns an die Figur des Füllhorns erinnert. Der Centraldurchschnitt — der Axenlänge nach — dieses gekrümmten Kegels ist ein sphärisches Dreieck. Central gesehen wird nun die Sonne nicht mehr im Mittelpuncte aller Bahnen (Spiralringe) sein, sondern es produciren sich die

Digitized by Google

Excentricitäten sowohl, als auch die scheinbaren Neigungen der Bahnen gegen einander.

Die Erde ist von der Spitze des Kegels — von der Sonne — wenig entfernt und bewegt sich auf dessen Oberfläche; die stets veränderten Stellungen der Planeten sieht sie perspectivisch, mit jedem Moment der Bewegungen ist eine andere Projection da.

Stellt man sich vor, dass alle Planeten in derselben Linie der Kegeloberfläche liegen, so ist dies eben so, als würde man nach Copernik's System sagen, die inneren Planeten sind in derselben Zeit in Conjunction und die äusseren in Opposition. Diese Stellung aller Planeten war schon von den Alten in Betrachtung gezogen und ihre Wiederkehr die grosse Periode genannt. Dass diese grosse Periode durch die zwei neu entdeckten Planeten Uran und Neptun bedeutend vergrössert ist, erscheint deutlich.

Jeder Planet hat seine ursprünglich erhaltene Geschwindigkeit, und seine Revolutivperiode scheint von seiner Sonnenferne — wenn auch nicht direct abzuhängen, doch damit im Verhältniss zu sein. Alle Revolutivperioden erneuern sich regelmässig, so wie auch die relativen Stellungen der Planeten unter sich. Es ist somit verständlich, dass während ihrer Circulation die Planeten in jene verschiedenen Lagen kommen, welche man mit den Namen Conjunction, Opposition, Quadratur etc. benannt hat, welche aber, wie wir erwähnten, einer Correction bedürfen, wenn auch die scheinbaren Angularentfernungen in Bezug auf die Sonne beibehalten werden, so wie dieses die Beobachtung bedingt.

Was die Perioden und Stellungen der, das sich bewegende System bildenden Körper betrifft, so ist ihre Veränderung unscheinbar, indem das Ganze beisammen bleibt und folglich auch die Figur des Systems nicht geändert wird. Die bezüglichen Distanzen sind an die geregelte Bewegung gekettet: wenn demnach die Beobachtung der zum System gehörigen Körper für die Astronomie hinlänglich wäre, so würden sich die Phänomene auf ihre grösste Einfachheit zurückführen lassen; da aber zum Vergleich und als Grund der Projection der Sternhimmel und sein Inhalt dienen, so folgt hieraus eine Complication, nach welcher der Himmel selbst sich im Raume zu versetzen scheint.

Betrachten wir die conische Figur des Systems unter der Bedingung, dass die Sonne unbeweglich ist, so können die Planeten geschlossene Curven beschreiben, d. h. sie circuliren beständig in derselben ebenen Curve, welche wir den Spiralring oder die ursprüngliche Revolutivcurve des Planeten genannt haben, und welche demnach ihren Ort im Raume nicht verändert, daher ihre Ebene nach den gegenwärtigen Begriffen als invariabel anzunehmen ist: dies aber setzt eine andere unerlässliche Bedingung voraus,

Digitized by Google

nach welcher die Sonnenanziehung keine andere Wirkung auf die Planeten ausübt, als welche nöthig ist, um das Gleichgewicht des Systems und die unveränderliche Entfernung der Körper desselben von der Sonne so zu erhalten, dass keiner sich ihr nähern, keiner sich von ihr entfernen könne. Diese Bedingung bleibt unverändert mit dem sich bewegenden System, und die Wirkung der Sonnenattraction reducirt sich auf die Mittheilung ihrer Eigengeschwindigkeit, in Folge welcher die ursprünglichen Revolutivcurven sich in Spirale umwandeln. Durch diese Wirkung der Attraction wird es aber fasslich, dass die Planeten nothwendigerweise in derselben Entfernung von der Sonne verbleiben müssen. Dass die Elongation der Spirale von dem Verhältniss zwischen den beiden betreffenden Geschwindigkeiten (der Sonne und eines Planeten oder eines Planeten und seines Mondes) abhängt, ist selbstverständlich. Diese Längenausdehnung der Revolutivcurve ist zugleich die Neigung (Declination oder Inclination, gleichviel) der Spiralbahn gegen die Axe des Systemkegels (Sonnenbahn oder Aequator); der Neigungswinkel ist somit gegeben, durch die Eigengeschwindigkeit des Planeten und jener der Sonne. Dass die Führungsgeschwindigkeit somit für alle Körper des Systems dieselbe ist, haben wir bereits erwähnt.

Es ist ersichtlich, dass, wenn am Himmel eine merkliche Versetzung beobachtet ist, welche von der Doppelbewegung der Erde als unabhängig erscheint, von den Sternen aber deutlich angezeigt ist, so kann man mit Sicherheit schliessen, dass diese die Folge der Sonnenbewegung, der Versetzung ihres Systems im Raume ist.

[6.] In Folge unserer verschiedentlichen Betrachtungen können wir in die Frage der Revolutionen oder Umlaufszeiten einige Deutlichkeit bringen. Die stete Versetzung des Sonnensystems im Raume bedingt die unausgesetzte Versetzung der Planeten und ihrer Circulation: es ist demnach eine ununterbrochene Fortsetzung derselben Bewegung da und weder eine eigentliche Revolution. noch eine Umlaufszeit. Eine Revolutivperiode ist somit die Wiederkehr desselben Phänomens oder derselben scheinbaren Position; sie ist daher relativ, sie ist Coincidenz. Dass diese Coincidenzen periodisch wiederkehren, liegt in der Natur der allgemeinen Bewegung, dass sie regelmässig wiederkehren ist — allem Anscheine nach — das Werk der Universalanziehung.

Es fragt sich nun, welche Coincidenz die Wiederkehr welchen Phänomens immer ist als eine vollbrachte Revolution, eine Revolutivperiode oder Umlaufszeit zu betrachten, und auf was hat diese Periode sich zu beziehen? Die theoretische Wissenschaft hat sich für die Sideralrevolution entschieden, wie es scheint in der

Digitized by Google

Absicht, um eine Gleichförmigkeit unter allen, zum System gehörigen Körper festzustellen. Durch das Beispiel der Satelliten haben wir gesehen, dass die Theorie ihren Zweck nicht erreicht hat; dass aber die Theorie ihre Wahl oder Entscheidung nicht auf jene rationelle Auffassung gründete, welche aus dem Studium der Phänomene hervorgeht, hat sie dadurch bewiesen, dass sie sogar die Rotationsdauer der Erde auf die Sterne bezogen hat, somit eine siderische Axendrehung aufstellte, wo es doch deutlich genug ist, dass diese Bewegung der Erde nur auf sich selbst sich beziehen könne.

Würde Copernik's System auf die Realität gegründet sein, würden die Planeten in der Wirklichkeit um die Sonne circulirend, stets in demselben Raum, in geschlossenen Curven sich bewegen, so ist es augenfällig, dass sie nach dem Durchlaufen von 360 Graden auf dieselbe Stelle ihrer Bahn zurückkehren könnten, und dass in diesem Falle ihre Position in Bezug auf einen Vergleichsstern nach einer jeden auf diese Art vollbrachten Umwälzung dieselbe sein würde. Nachdem aber diese Coincidenz mit den Sternen in wachsenden Perioden vorgeht, so folgt, dass die Planetenbewegungen nicht nach dem System von Copernik statthaben, und dass somit ihre Revolutivperiode sich auch nicht auf die Sterne beziehen könne. Versetzt sich das System im Raume und bleibt es überall unverändert dasselbe, so können sich die Coincidenzen, also die Revolutivperioden der das System bildenden Weltkörper, nur auf ihren Führer, auf die Sonne beziehen, und man kann mit einiger Sicherheit schliessen, dass diese Coincidenzen der relativen Stellungen in dieselbe Zeitperiode fallen, indem die Planeten, ihre Sonnenferne beibehaltend, sich mit gleichförmiger Geschwindigkeit bewegen.

Es ist selbstverständlich, dass in Folge der allgemeinen Bewegung sowohl, als auch in Folge der ununterbrochen sich fortschlängelnden Bahnen verschiedene Coincidenzen entstehen; dass somit verschiedene Phänomene periodisch erscheinen; dieser Umstand war die Veranlassung, warum die Theorie dem Mond fünf verschiedene Umlaufszeiten zuschreibt. Wir haben schon oft erwähnt, dass „Revolution oder Umlaufszeit" auf diese Art angewendet, keine Bedeutung, keinen Sinn mehr hat, indem der Natur der Sache nach man nur bei einer Revolutivperiode stehen zu bleiben hat.

Wenn wir den von den Planeten und den Satelliten durchlaufenen Raum und die in diesem Raum von ihnen beschriebenen endlosen Spiralen Bahnen nennen, so verkörpern wir in Gedanken den spurlos verschwindenden Weg der Weltkörper, um unsere Vorstellung über ihre Bewegung bildlich zu erleichtern; nennen

Digitized by Google

wir das Durchlaufen *eines* ausgedehnten Spiralringes ein Beschreiben von 360° und eine vollbrachte Revolution, so beziehen wir dies auf die Sonne und setzen voraus, dass die beiden Endpuncte (Anfang und Ende) eines so vorgestellten Spiralringes sich in derselben Linie befinden, das heisst, coincidirt der Anfangspunct einer Spirale z. B. in den Frühlings-Nachtgleichen mit der Sonne, so coincidirt sein Endpunct genau in dieser Position — nach einer vollbrachten Umwälzung — gleichfalls mit der Sonne.

Haben wir die Bedeutung der Sonnenbewegung aufgefasst, so können wir uns erklären, warum die wenigsten Himmelsphänomene verstanden sind, und warum man so oft nicht weiss, was man eigentlich beobachtet. Dies ist der Zauber, der seit vier Jahrtausenden auf der Wissenschaft lastet und nur durch die Sonne gehoben werden kann.

Dieses sich ohne Ende und unbegrenzt fortbewegende, den unendlichen Raum durchfliegende Sonnensystem; dieser Kegel, ein an Grösse im Weltall verschwindender Punct, der sich in einer Linie doppelter Krümmung versetzt, enthält beiläufig Alles, was der Mensch am Himmel deutlich wahrnehmen und mit Erfolg beobachten kann; die scheinbar verschiedenen Phänomene, die endlos sich verändernden Bewegungen und Stellungen, die periodischen und seculären Variationen etc., Alles ist da; es ist die Einheit der Wissenschaft, die Grundlage ihrer Theorie. Begreift man die Bewegung, so hat man nicht nöthig, seine Zuflucht zu verborgenen Kräften zu nehmen; jede Explication wird überflüssig, ja unnütz; die Natur erklärt sich selbst, vorausgesetzt, dass der Mensch sie zu studieren fähig ist.

[7.] An welchem Ort, Platz oder Punct des Weltraumes befindet sich die Sonne, und welche ist die Richtung ihrer Bewegung?

Diese zwei Fragen scheinen unlösbar zu sein. In der That, von der Erde, von einem Punct aus gesehen, welcher in einer beständigen Doppelbewegung ist, projicirt sich die Sonne fast jeden Augenblick auf einen andern Punct jener Himmelssphäre, welche für uns das Weltall repräsentirt, ohne mehr als wieder nur ein Punct des Universums zu sein; welche müsste nun die Erdstellung z. B. während einer ihrer Revolutionen sein, um annehmen zu können, dass von ihr aus gesehen die Sonne — in einem gegebenen Moment — sich an ihrer wahren Stelle befindet?

Die volle Kenntniss der Erdbewegung hängt schon selbst von der Kenntniss der Sonnenbewegung ab, ist diese unbekannt, so ist die Kenntniss der ersteren nur eine schwache Annäherung zur Wirklichkeit. Die Sonnenbewegung ist von den Sternen angezeigt und ihre Richtung muss am Ende dennoch durch den gestirnten

Digitized by Google

Himmel, durch die Constellationen gegeben werden. Diese ist in der That die allgemein angenommene Ansicht.

Unter den fast unübersteiglichen Hindernissen — um die Richtung des Systems zu finden — ist der Umstand, dass die Erde der Sonne folgt, denselben Weg mit ihr durchmacht, und somit der grösste Theil der Sonnenbewegung und ihrer Ortsversetzung gleichsam verloren geht. Die von verschiedenen Astronomen theils durch Beobachtung, theils durch die Vergleichung der Beobachtungen gemachten Nachforschungen scheinen übereinstimmend zu sein: Alle sagen, dass die Sonne sich gegen die Constellation des Hercules bewegt und weisen den Punct selbst an, nach welchem ihre Bewegung gerichtet ist. Dieser Punct, ob nun in demselben ein bekannter Stern sich befindet oder nicht, soll für das Jahr 1850 die Rectascension von $260^0\,20'$ und die nördliche Declination von $33^0\,33'$ haben. Aus den Gesammtuntersuchungen geht hervor, dass seit 60 bis 80 Jahren die Sonne beständig in derselben Richtung sich versetzt.

Diese Forschungen gründen sich vorzugsweise auf die Voraussetzung, dass die Dimensionen einer Constellation mit der Annäherung der Sonne sich vergrössern, dass sie sich ausbreiten oder ausdehnen, umgekehrt aber mit ihrer Entfernung sich mehr und mehr zusammenziehen, also verkleinern: man setzt somit voraus, dass die Sonne sich in der Wirklichkeit einer Constellation und deren Sternen nähert, und von der gegenüberliegenden Constellation sich entfernt, dass somit Constellationen und Sterne stets auf demselben Ort des Raumes unbeweglich verbleiben. Nach diesen Voraussetzungen und Ideen soll die Constellation des Hercules sich ausdehnen, die sie bildenden Sterne sollen sich von einander perspectivisch entfernen. Eine Constellation aber ist selbst schon ein kleines Universum für die Erde, ihre zahllosen Sterne dehnen sich in die unendliche Tiefe des Weltraumes aus; es kann sich demnach die Frage nur auf jene Sterne des Bildes beziehen, welche man so betrachtet, als könnten sie der Sonne näher kommen, sich somit wahrnehmbar auf der Sphäre versetzen. Eine andere Voraussetzung scheint die zu sein, dass die Sonne sich in einer geraden Linie — oder doch in einer einfach gekrümmten — fortbewegt. Es ist wahrscheinlich, dass während 60 bis 80 Jahre, um welche es sich bisher handelt, die Winkelversetzung der Sonne, wenn man ihre Revolutivperiode auf 26000 Jahre anschlägt, beiläufig einen Grad beträgt, und dass dieser Bogen einstweilen als eine gerade Linie betrachtet werden kann.

Den verbreiteten Begriffen nach, welche man auch „Principien der explicativen Theorie“ nennen könnte, ist jede von einem Himmelskörper beschriebene Curve eine geschlossene; die Come-

Digitized by Google

ten allein machen eine eigensinnige Ausnahme, und welche immer die Revolutivperiode ist, so kommt der Körper zu seinem Ausgangspuncte richtig zurück. Eine in sich rückkehrende Curve setzt einen fixen Mittelpunct und eine gleichfalls fixe Ebene voraus; wo aber weder ein fixer Mittelpunct noch eine Ebene ist, ist auch keine geschlossene Curve; die Folge davon ist, dass die von den Himmelskörpern beschriebenen Curven nothwendigerweise eine doppelte Krümmung haben müssen; die doppelt gekrümmte Linie deutet auf drei Dimensionen, daher bewegen sich die Weltkörper nach drei Richtungen zugleich, und wie klein immer ihre Versetzung sei, so geht diese — in demselben Moment — nach drei Richtungen vor; hieraus folgt wieder, dass jeder Weltkörper seine Rotation nicht hieher gezählt — während der Dauer einer seiner Revolutionen — zwei verschiedene Kreise beschreibt.

Wir sehen, dass die sich bewegende Sonne über die schwierigsten Fragen der Wissenschaft Klarheit verbreitet; die Phänomene der Bewegung im Allgemeinen, so wie der Himmel selbst zeigen sich uns in ihrer majestätischen Einfachheit: es scheint andererseits, dass die Bewegung — an sich betrachtet — viel complicirter wird, als man diese sich vorzustellen gewohnt ist; ohne aber den wesentlichen Character der Bewegung zu kennen, sucht man vergebens deren Phänomene zu erklären; fügen wir hiezu die innige Verbindung aller Himmelsbewegungen, ihre mutuelle Abhängigkeit; die Nothwendigkeit die Totalität der Wissenschaft inne zu haben, alle genaueren, constatirten Beobachtungen zu kennen etc., so sieht man, wie anhaltende, reelle, ausschliessliche Studien nöthig sind, welche bei dem gegenwärtigen Zustande der Astronomie nicht gemacht werden.

Die über die wahrscheinliche Richtung der Sonnenbewegung bis jetzt gemachten Nachforschungen repräsentiren ein kleines Bruchstück jener, welche noch zu machen sind: überdies sind sie nach einem speciellen Sinne gerichtet, ohne dass auf den Zusammenhang aller hierhergehörigen Phänomene Rücksicht genommen ist, ohne dass sie mit den bereits erworbenen Kenntnissen in Verbindung gebracht sind. So ist die Richtung der Sonne und ihres Systems bereits bestimmt, ohne dass man ihren Ausgangspunct oder ihre gegenwärtige Stellung im Raume kennt, ohne dass man weiss, *wie* das System und dessen Glieder sich bewegen?

Man hat sich an den Gedanken gewöhnt, dass ein — z. B. von einem Planeten — beschriebener grosser oder kleiner Kreis, auf die Himmelssphäre gleichfalls sich als ein Kreis projicirt. Wir haben in der That gesehen, dass ein Punct des Erdäquators durch die Rotation in 24 Stunden einen grossen Kreis am Himmel beschreibt; wir haben gesehen, dass in ihrem jährlichen Lauf die

Digitized by Google

Erde genau denselben grossen Kreis beschreibt, da Rotation und Translation in demselben Sinn vorgehen; die Revolution eines jeden Planeten oder Satelliten bringt denselben Effect hervor, und hat die Sonne ihre periodische Revolution, so wird sie auf gleiche Art einen grossen Himmelskreis beschreiben. Welche aber ist die unausweichliche Folge einer solchen Bewegung? Dass die Sonne während ihrer Circulation sich nach und nach allen jenen Constellationen zuwendet, welche sich in dem von ihr zu beschreibenden Himmelskreis befinden; somit ist ihre Richtung gegen jene des Hercules nur momentan, sie wechselt diese beständig, und alle auf die gewöhnliche Art gemachten Nachforschungen beziehen sich nur auf eine gewisse Zeitperiode, nach welcher man die Bestimmung — von vorne anzufangen hat. Wir werden auf diesen Gegenstand zurückkommen; um ihn jedoch in eine nähere Betrachtung ziehen zu können, müssen wir uns direct an die Quelle, an die Sternenbeobachtungen wenden.

[8.] Im Allgemeinen können wir sagen, wo die Sonne in der Wirklichkeit — nämlich in Bezug auf die Himmelssphäre — sich befindet, dort ist der Himmelsäquator für die Planeten, welche von der Sonne aus gesehen, ihre Revolutivcurve scheinbar um den Mittelpunct derselben beschreiben; diese Curve ist, wie wir wissen jene, welche wir den ursprünglichen Kreis des Planeten aus dem Grunde nannten, weil nach unserer Ansicht ein Weltkörper, in Verbindung mit dem Princip der allgemeinen Gravitation, ohne zu einem bestimmten System zu gehören, dennoch circulirt.

Sonne und Planeten bewegen sich auf dieselbe Weise; der Sonnenäquator ist in der Bahnlinie beständig voraus, die Richtung des Aequators ist somit die Richtung der Bewegung. Wenn demnach die Lage des Sonnenäquators in Bezug auf die Sterne gut bestimmt ist, so kann man durch die Beobachtung alle jene Sterne auffinden, welche ihn durch eine gewisse Zeitperiode umzugeben scheinen. Die Sonne beschreibt während ihrer Revolutivperiode einen Himmelskreis, der stets ihrem Aequator entspricht, und stellt man sich eine momentane Ebene des Kreises vor, so ist ihre Revolutions- oder Bahnebene zugleich die Ebene ihres Aequators und umgekehrt. Dieser Kreis kann nun die Translationscurve der Sonne genannt werden.

Der Erdäquator ist — in den Grenzen ihrer Revolutivcurve — stets gegen die Sonne gerichtet, seine scheinbare veränderliche Neigung macht, dass er mit jenem der Sonne nur zweimal des Jahres zusammenfällt. Da nun die relative Lage der Erde gegen die Sonne dieselbe bleibt, welche immer die Lage des Systems im Raume sei, so wird die Sonne mit der Erde zugleich sowohl den

Digitized by Google

Himmelsäquator als auch dessen Pole bestimmen, welch letztere in einem unveränderten Abstand von 90° vom Aequator entfernt sein werden; d. h. die Aequatorsebene ist beständig senkrecht auf die Weltaxe.

Für die Erde und für die Planeten hat die Sonne weder eine Rectascension noch eine Declination, da sie, zu keiner Constellation gehörend, beständig im Aequator ist und den Nullpunct beider Coordinaten vorstellt. In der That kann die zwischen den sichtbaren Sternen sich frei bewegende Sonne nicht mit denselben — die fix sein sollen — in dieselbe Categorie gesetzt werden. Für die Sonne gibt es keine solchen jährlichen Variationen wie jene der Rectascension und Declination der Sterne, die von Jahr zu Jahr zunehmen und continuirlich fortgezählt werden; gibt man der Sonne ihre eigene Zeit zurück, d. h. rechnet man nach ihrer mittleren Zeit, so bleibt, wie wir dies gesehen haben, ihre Rectascension constant, und gibt den Mittag in den Grenzen der Zeitgleichung für alle Puncte der Erde an. Die Variationen in der Position der Fixsterne, so wie diese ununterbrochen zu- oder abnehmen, sind demnach Folge der Sonnenbewegung, und es wird immer deutlicher, dass die Sonne es ist, die die scheinbaren und relativen Stellungen der Weltkörper bestimmt, und dass eigentlich sie die Coordinaten liefert. Im strengen Sinne des Wortes haben die Planeten und Satelliten gleichfalls weder eine Rectascension noch eine Declination; sie bewegen sich fort und kommen in verschiedene Stellungen gegen die Sonne und gegen den Sternhimmel; die beiden Coordinaten bleiben ausschliessliches Eigenthum der Sterne, welche als fix betrachtet ihre relative Stellung zu einander durch diese Coordinaten angeben. Wir werden auf diesen Gegenstand zurückkommen, hier wird es hinlänglich sein zu erwähnen, dass die astronomische Theorie durch das Aufstellen der Sternzeit zugleich den einfachen Begriff über die relativen Stellungen der Sterne verwirrt hat. Die practische Astronomie kann aber nicht umhin, die Sonne, die Planeten und deren Satelliten eben so zu betrachten, als sie alle sichtbaren Puncte der Himmelssphäre betrachtet, indem sie die Stellungen der Weltkörper um so mehr auf gleiche Art bestimmt, als diese von der Erde gesehen, nur Projectionen auf dieselbe Sphäre sind. Die täglichen Aenderungen in der scheinbaren Stellung der Sonne sind Folgen der Erdbewegung, und es ist natürlich, dass die Versetzung der Sonne, ihrer comparativen Nähe wegen, als bedeutend erscheint; so z. B. versetzt sich scheinbar die Sonne während des Jahres in den Grenzen ihrer beiden Declinationen bei 47 Grade auf den Sternhimmel; ein Stern hingegen während derselben Zeit kaum 20 Secunden.

Digitized by Google

Die Variation der Sterne in Rectascension gibt uns einige Aufklärung über die Variationen des Mittags, welche man in einem gewissen Sinne als die Variation der Sonnenrectascension betrachten kann. So wie die Sterne in den Meridian eines Beobachters, täglich in einem andern Moment, bald früher, bald später während des Jahres erscheinen, so thut die Sonne genau dasselbe. Ist es nicht evident, dass diese identischen Phänomene — von der Sonne und den Sternen gleichzeitig angezeigt — dieselbe Ursache haben müssen? Untersucht man die täglichen Variationen der Sterne, so findet man, dass sie nicht allein in Bezug auf ihre beiden Coordinaten verschieden sind, sondern auch aus dem Grunde ihrer eigenen Bewegung und ihrer Entfernung von der Erde, sei diese reell, scheinbar oder angular. Würden die Sterne wirklich fix und in derselben Entfernung von der Erde sein, so würden die Variationen, welche sie erleiden, für alle dieselben sein, in den Grenzen der perspectivischen Ansicht, welche wieder von der Lage der Sonne im Raume abhängt.

Wir haben gesehen, dass in Folge der Präcession die Rectascension einer grossen Anzahl Sterne täglich mit der Quantität von 0″137 im Bogen zunimmt, diese Zunahme existirt für die Sonne nicht, indem sie selbst die Ursache des Phänomens ist; sie nimmt aber Theil mit den Sternen an den täglichen Veränderungen, welche die Folgen der Erdbewegung sind. Man weiss, dass der wahre Mittag mit dem mittleren Mittage viermal des Jahres zusammenfällt und dass die Zeitgleichung sich täglich ändert; man kann demnach sagen, dass die scheinbare Rectascension der Sonne abwechselnd zu- und abnimmt, eben nach den Variationen des Mittags; dieser Fall ist ganz derselbe für die Sterne, deren tägliche Variationen je nach ihrer Lage alterniren. Diese Zu- und Abnahme der Veränderung in Rectascension geht bei den Sternen kaum über 4″ im Jahre, während sie für die Sonne zwischen — 14′ und + 16′ ist, also im Jahre bei 30 Minuten beträgt, welche den Bogen von $7^{0}5$ vorstellen. Diese zarten Phänomene, genau beobachtet und studiert, liefern eine sichere Basis zu den Nachforschungen über die Bewegung der Sonne und der Erde.

[9.] Die Rotation der Sonne ist seit 250 Jahren bekannt: 150 Jahre waren nöthig, um zur Einsicht zu gelangen, dass, wo eine Rotation ist, bei einer im Weltraum freien Bewegung auch eine Translation stattfinden müsse; bis dahin war man der Meinung, die Sonne könnte recht wohl ihre Axendrehung vollbringen und auf demselben Fleck verbleiben. Die Entdeckung der Rotation konnte aber ganz hinlänglich sein zu dem Schlusse, dass die Sonne nicht fix, sondern in Bewegung ist.

Digitized by Google

Zur Auffindung der Rotation führten die seit langer Zeit bekannten Sonnenflecken, und es handelte sich darum, die Dauer einer Umdrehung zu finden. Sind die Stellungen des Sonnenäquators und folglich ihrer Rotationsaxe, auf die Ecliptik oder auf den Himmelsäquator bezogen, bekannt, so bleibt die Bestimmung der Rotationszeit durch die Beobachtung der Flecken noch immer eine delicate Aufgabe, indem diese Flecken nicht nur Tag für Tag sich perspectivisch versetzen, sondern sie auch unter sich — unabhängig von der Rotation ihre Lage zu verändern scheinen. Die Neigung des Sonnenäquators zur Ecliptik, welche mit $7^0\ 9'$ angenommen wird, langt allein hin, während der Rotationsdauer eine Menge von scheinbaren Veränderungen in der Bewegung der Flecken hervorzubringen.

Trotz ihrer bedeutenden Ferne wechselt die grosse Sonnenscheibe beständig ihren Aspect (Anblick), ihre von der Erde aus gesehene Hemisphäre zeigt sich täglich verändert, und diese Variationen des Anblicks sind in den Grenzen der beiden Sonnendeclinationen (Süd und Nord) eingeschlossen. Das Phänomen ist ganz analog mit jenem, welches die Erde während des Jahres der Sonne zeigt. So wie die Erde stufenweise verschieden beleuchtet ist, z. B. auf ihrer nördlichen Hemisphäre bis 23^05 gegen ihren Pol, so sieht man von der Erde aus von der südlichen Halbkugel der Sonne graduell bis 23^05 mehr und mehr: umgekehrt geht dasselbe vor zwischen Ende September und Anfang Januar, es wird die Südseite der Erdkugel stufenweise 23^05 gegen den Pol beleuchtet, und wir sehen um eben so viel mehr von der nördlichen Sonnenhalbkugel. Es ist selbstverständlich, dass, wenn die eine Hemisphäre sich mehr und mehr gegen die Erde wendet, die andere sich in demselben Verhältniss von ihr abwendet; ganz analog mit dieser Erscheinung ist auch jene vom Monde gezeigte, welche man seine Libration nennt.

Vorausgesetzt, dass in einer der Nachtgleichen der Sonnenäquator in der Richtung unserer Vision sich befindet, d. h. mit dem Himmelsäquator zusammenfällt, so sehen wir die Sonnenkugel in zwei gleichen Hälften auf beiden Seiten ihres Aequators, ohne ihre Pole zu sehen. Mit der wachsenden Declination vergrössert sich die eine Hemisphäre, während die andere abnimmt, und ein Pol der Sonne wird sichtbar, welcher ihrer Declination (an Zeichen) entgegengesetzt ist. Diese perspectivische Stellungsänderung der Sonnenkugel und in deren Folge die scheinbare Ortsversetzung der Flecken sowohl, als auch ihr variabler Aspect sind genau angebbar, wenn die wahre Bewegung der Erde und ihre Stellung zur Sonne bekannt sind.

Digitized by Google

Die Folge der perspectivischen Versetzung der Flecken ist, dass ihre scheinbare Bewegung durch die Stellung der Sonnenscheibe bedingt wird und dass die Bestimmung der Rotationsdauer zu verschiedenen Resultaten führen müsse, je nachdem man eine Jahreszeit zu ihren Beobachtungen wählt. Stellen wir uns z. B. vor, dass zwischen der Declination 0 und $23^{0}5$ drei Rotationsdauern aus der Beobachtung abgeleitet werden; man wird drei verschiedene Resultate erhalten; wiederholt man während der folgenden drei Monate die Bestimmung zwischen $23^{0}5$ und Null der Declination, so erhält man drei verschiedene Resultate, welche in umgekehrter Ordnung mit den drei früher erhaltenen übereinstimmen. Wir sehen, dass die andere Declination während des zweiten halben Jahres auf dieselbe Art drei verschiedene Resultate veranlasst. Aus diesen auf diese Art consequenten und harmonischen Resultaten ist eine gleichsam raisonnirte Rotationsdauer herauszubringen. Beobachtet man aber nicht ohne Unterbrechung — was in der That schon in Folge meteorologischer Umstände schwer ist — zu verschiedenen, unbeachteten und nicht harmonischen Jahreszeiten, so ist es unausweichlich, dass man jedesmal zu einem andern Resultat gelangt, ohne sich das Warum erklären zu können.

Die bekannten Bestimmungen wurden durch Beobachter gemacht, die mit Geschick und Kenntnissen ausgerüstet waren; sie wussten es somit recht wohl, worauf es bei dieser zarten Beobachtung ankommt. Aus den vielen und verschiedenen Resultaten geht hervor, dass die Dauer der Sonnenrotation 27·5 Tage ist, also mit der siderischen Umlaufszeit des Mondes nahe übereinstimmt, ein Umstand, welcher manche Schlüsse veranlassen kann.

Diese einfache Bestimmung nach den Beobachtungen genügt aber der Theorie nicht, diese muss, nach den Ideen, welche man sich über das Sonnensystem gemacht hat, durch den Calcul rectificirt werden. Die Theorie sagt, die Rotationsbewegung der Sonne geht mit der Translationsbewegung der Erde nahezu in demselben Sinne vor; was an sich die lautere Wahrheit ist, denn so hat es die Natur gewollt: die Theorie sagt aber auch, dass die Erde um die Sonne kreiset, was nicht zu beweisen und gegen den Willen der Natur ist. Diese letztere Ansicht fordert aber ihre Opfer, und es muss von den 27·5 Tagen jener proportionelle Zeittheil abgezogen werden, welcher der Erdbewegung in ihrer imaginären Bahn entspricht; so wurde die Rotationsdauer auf 25 Tage 12′ reducirt. Wir können somit sagen, dass diese letztere Bestimmung eine theoretische ist. Wird man zu der Einsicht gelangen, dass die Erde nicht „um die Sonne“ kreiset, so wird man wahrscheinlich die abgezogene Zeit wieder zurückerstatten.

Digitized by Google

[10.] Von der Grösse und Entfernung der Sonne hatte man lange Zeit nur Meinungen, aber keine auf wissenschaftliche Forschungen gegründeten Kenntnisse.

Von Ptolomäus an bis auf Copernik und Tycho war die Sonnenferne der zwanzigste Theil der gegenwärtig angenommenen. Kepler hat sie auf das Siebentel erhöht, ohne die Gründe seines heroischen Entschlusses angegeben zu haben, die späteren Gelehrten haben die Zahl auf dieselbe ursachlose Art mehr und mehr vergrössert, bis man anfing, die Parallaxe der Sonne durch die Beobachtung zu suchen.

Mit dem 18. Jahrhundert fingen die Beobachtungen der Marsparallaxe an, aus welcher jene der Sonne abgeleitet wurde. Die fortgesetzten Beobachtungen geben verschiedene Resultate, welche sich in den Grenzen von 12″ und 9″ der Sonnenparallaxe befinden und ihre Entfernung zwischen 16500 und 21700 Erdhalbmesser setzen.

Die beiden Venusdurchgänge von den Jahren 1761 und 1769 gaben die Veranlassung und die Mittel, die Sonnenparallaxe mit einiger Sicherheit bestimmen zu können. Die letztere Eclipse war an sehr vielen Puncten der Erde zugleich beobachtet: diese war eine schöne Epoche der Wissenschaft, ein reger Eifer beseelte die Astronomen und die Theilnahme war allgemein. Die verglichenen Resultate der verschiedenen Beobachtungen sind in den Grenzen von 8″78 und 8″39; die Extreme liegen demnach ganz nahe, und der Excess von 0″39 zeigt auf eine grosse Annäherung zur Wahrscheinlichkeit.

Die Parallaxe der Sonne ist der Winkel, unter welchem — von der Sonne aus gesehen — der Erdhalbmesser erscheint; ihre Bestimmung gründet sich auf folgenden Umstand, der auch ein principieller oder thatsächlicher genannt werden kann.

Zwei Objecte von gleicher oder verschiedener Grösse, eines von dem andern in welch immer Entfernung gesehen, zeigen sich unter denselben oder verschiedenen Winkeln. Indem das Verhältniss ihrer Grösse sich nicht ändert, so bleiben die von ihnen gezeigten Winkel im Verhältniss ihrer Entfernung, d. h. die Winkel, welche die Objecte einschliessen, wachsen oder nehmen ab für beide Objecte zugleich und im Verhältniss ihrer Grösse, je nachdem die Entfernung zwischen beiden sich vermindert oder vergrössert. Ist nun das Verhältniss der Winkel gegeben und die Grösse des einen Objectes bekannt, so ist die Grösse des andern gleichfalls bekannt. Dieser Fall ist zwischen der Erde, der Sonne und dem Mond. Die Mondesparallaxe ist gleichfalls der Winkel des Erdhalbmessers vom Monde aus gesehen: ihre Bestimmung ist weniger schwierig als jene der Sonne.

Digitized by Google

Wir bemerken hier, dass, anstatt den Halbmesser der Erde zur Maasseinheit zu nehmen, man ihren Durchmesser anwenden kann, und zwar um so mehr, als man nur die Durchmesser der Sonnen- und der Mondesscheibe beobachtet und aus diesen ihre Halbmesser ableitet. Die Astronomen haben den Halbmesser zur Basis ihrer Rechnungen genommen, weil diese Anschauung dem Geiste der Geometrie mehr zu entsprechen scheint; der Leser kann jedoch nach Belieben, entweder die Hälfte des Durchmessers oder das Doppelte des Halbmessers in Betracht ziehen.

Parallaxe und Halbmesser sind hier somit Synonyme und beziehen sich gegenseitig auf einander. Scheinbare Grösse und Entfernung der Himmelskörper sind in Verbindung; aus der Kenntniss der Einen folgt die Kenntniss der Andern. Die Beobachtungen der Neuzeit, die Bestimmungen der Parallaxen und Halbmesser tragen den Stempel der grösstmöglichsten Genauigkeit; die Grenzen, in welche die Resultate eingeschlossen sind, können wir mit Vertrauen so betrachten, dass sie durch die künftigen Beobachtungen nicht weiter oder doch unbedeutend verrückt werden. Obwohl nun die comparative Grösse der Sonne und des Mondes aus den Bestimmungen der Parallaxen hervorgeht und ihre Entfernung mit ihrer scheinbaren Grösse im Zusammenhang ist, so folgt nicht unmittelbar hieraus, dass diese ihre Entfernung eben so genau bekannt ist als ihre wirkliche Grösse, indem die Entfernung einen unveränderlichen Winkel bedingt, die scheinbare Grösse der Halbmesser aber veränderlich ist.

Die variablen Durchmesser der Sonne und des Mondes sind strenge beobachtet und für jeden Tag des Jahres in den Ephemeriden angegeben. Der grösste scheinbare Durchmesser der Sonne zeigt sich — zwischen den nördlichen geographischen Breiten von 48^0 bis 53^0 Ende December oder Anfang Januar und erreicht $32'33''92$; der kleinste, Anfang Juni, sinkt auf $31'30''10$ herab; diese Grenzen enthalten eine Differenz von $63''82$, welche fast den 30sten Theil des Durchmessers vorstellt.

Des Mondes scheinbarer Durchmesser verändert sich während seiner auf einander folgenden Revolutivperioden verschiedentlich; Maxima und Minima ändern sich von Monat zu Monat: das Jahr hindurch aber sind die Variationen zwischen $33'31''2$ und $29'27''4$ eingeschlossen, woraus eine Differenz von $243''8$ entsteht, nahe den achten Theil des Durchmessers vorstellend.

Diese Beobachtungen und micrometrischen Messungen der scheinbaren Durchmesser lassen sich täglich, gleichsam continuirlich fortsetzen, wohingegen die Bestimmung der Parallaxen mehr Zeit und Mühe fordert; es ist aber klar, dass die Parallaxen im Verhältniss der Variationen der Halbmesser sich ändern, das heisst,

Digitized by Google

beide wachsen und nehmen zugleich ab, ihr gegenseitiges Verhältniss unverändert beibehaltend.

Die Parallaxen, welche man auch „horizontale“ und „äquatoriale“ nennt, so wie sie in den Ephemeriden regelmässig aufgenommen werden, sind Resultate des auf Beobachtungen gegründeten Calculs. Die Sonnenparallaxe variirt zwischen 8″72 und 8″44 während des Jahres; die Mondesparallaxe zwischen 61′27″ und 53′53″; die Differenzen derselben bleiben, wie es ersichtlich ist, im Verhältniss der Durchmesserdifferenzen.

Da auf diese Art jedem Halbmesser seine zugehörige Parallaxe entspricht, so ist es ganz gleich, ob man das Verhältniss der Grösse zwischen der Sonne und der Erde, zwischen Erde und Mond aus einer isolirten Angabe, aus mehreren oder aus allen zugleich sucht, man erhält dasselbe Resultat. Theilt man den Sonnenhalbmesser durch die ihm entsprechende Parallaxe, so findet man immer die Zahl 112·06, welche das Verhältniss zwischen der Grösse der Sonne und der Erde durch ihre Halb- oder Durchmesser ausdrückt. Auf dieselbe Art gibt sich das Verhältniss der Grösse des Mondes und der Erde durch die Zahl 3·6637, woraus folgt, dass der Durchmesser des Mondes um so vielmal kleiner als jener der Erde ist. Wir bemerken demnach, dass hier immer nur eine und dieselbe Verhältnisszahl erscheint und folglich von einer „mittleren“ Verhältnisszahl keine Rede ist.

Wird die Grösse der Erde als Einheit genommen, so ist jene der Sonne = 112·06 und jene des Mondes = 0·27295, ob man nun wirkliche Halb- oder Durchmesser mit einander in Rapport bringt.

Aus diesen beiden Verhältnisszahlen folgt, dass in dem Durchmesser der Sonne 112·06 × 3·6637 = 410·554 Mondesdurchmesser enthalten sind.

Kennt man nun die wirkliche Grösse der Erde, in einem bekannten Maasse ausgedrückt, so kennt man auch jene der Sonne und des Mondes. Die Dimensionen der Erde sind auf verschiedene Art bestimmt; gemessen oder berechnet stimmen die erhaltenen Resultate überein und man kann die gefundenen Zahlen mit Vertrauen anwenden. Da die Erde eine abgeplattete Kugel, ein Sphäroid ist, so handelt es sich blos darum, eine Wahl zwischen ihren beiden Axen, jener des Aequators und der Rotation zu wählen. Die Länge der Aequatorialaxe ist in französischen Meilen von 4000 Metres = 3188·4105, die der Polaraxe = 3177·7825 angenommen; aus beiden folgt der Durchmesser einer sphärisch gedachten Erde von 3185·0965 Meilen. Da nun die meisten Beobachtungen sich auf eine Aequatorialparallaxe beziehen und man der Sonne und dem Mond einen Aequatorialdurchmesser zuschreiben

Digitized by Google

kann, so hindert nichts, dass man zu seinen Vergleichen definitiv die grosse Axe der abgeplatteten Erde nimmt. Aus dieser Annahme folgt der wirkliche Durchmesser der Sonne von 357293·28 und jener des Mondes mit 870·27 Meilen. Dass die Verhältnisszahlen, die Mondesgrösse als Einheit genommen 3·6637 und 410·554 zugleich jene der Parallaxen sind, so wie für die Erdeinheit 0·27295 und 112·06, ist an sich deutlich.

Sind nun die Entfernungen im Verhältniss der Grössen — so wie sie im Verhältniss der scheinbaren Durchmesser sein sollen — so müssen auch bei ihrer Ableitung die hier erschienenen Zahlen zur Richtschnur dienen.

[11.] Es frägt sich nun, in welcher Entfernung wird sich z. B. dieser wirkliche Durchmesser der Sonne unter einem Winkel zeigen, welcher gleich seinem scheinbaren Durchmesser ist? Die Frage ist identisch mit dieser, in welcher Entfernung wird sich der Erdhalbmesser von 1594·2 Meilen unter einem Winkel zeigen, welcher der Sonnenparallaxe entspricht? Es ist natürlich, dass man diese Frage nur durch die Bestimmung der betreffenden scheinbaren Durchmesser und Parallaxen beantworten kann, und nachdem man die Wahl hat zwischen den in den angegebenen Grenzen enthaltenen Zahlen, so muss man wohl bei irgend einer stehen bleiben.

Setzen wir den Fall, die Sonnenferne soll nach ihrem scheinbaren Durchmesser von 32′, welchem die Parallaxe von 17″5713 entspricht, bestimmt werden.

Visirt man auf die Mitte und zugleich auf die beiden Endpuncte einer Linie welcher Länge immer, von einer Entfernung, welche dieser Länge gleich ist, so erhält man ein gleichschenkliges Dreieck, dessen Basis und Höhe gleich sind; in diesem Dreieck ist der seiner Basis gegenüberliegende (Scheitel) Winkel gleich 57°17′44″8; diese Zahl drückt zugleich den Halbmesser des Kreises in Bogen aus.

Nach diesem unabänderlichen geometrischen Verhältniss können wir sagen, würden wir die Sonnenferne von der Erde aus, als eine Linie senkrecht sehen können, so würde sich diese uns unter einem Winkel von 57°29578 zeigen; ebenso, könnten wir den wahren Halbmesser der Sonne aus einer Entfernung von 178646·64 Meilen central sehen, so würde er sich unter einem Winkel von 57° 29578... darstellen; genau so würde der Erdhalbmesser in einer Entfernung von 1594·2 Meilen unter demselben Winkel erscheinen etc.

Theilt man nun diesen Winkel, der in Secunden ausgedrückt = 206264″8 ist durch 32′ = 1920″ und durch 8″5713, so erhält man für die Sonnenferne im ersten Falle 107·43 wahre Son-

Digitized by Google

nendurchmesser, und für den zweiten 24077·1 wahre Erdhalbmesser: beide Zahlen geben eine Sonnenferne von 38,383800 Meilen, aus welchen auch folgende Verhältnisszahlen hervorgehen:

$$107{\cdot}43 \times 357293{\cdot}28 = 24077{\cdot}1 \times 1594{\cdot}2, \text{ und}$$
$$24077{\cdot}1 = 214{\cdot}86 \times 112{\cdot}06.$$

Demselben scheinbaren Durchmesser des Mondes von 32′ entspricht eine Parallaxe von 3517″1; den Mondhalbmesser von 960″, 3·6637mal genommen: durch die Division des bekannten Winkels von 57° 29578... erhält man die Mondesdistanz von 58·6454 Erd- und 214·86 Mondhalbmessern oder von 93492·8 Meilen.

Aus diesem Beispiele ist es ersichtlich, dass bei gleichen scheinbaren Durchmessern die Entfernung der Sonne 410·554mal, d. h., so viel Mal die Entfernung des Mondes übertrifft, als ihr Durchmesser den Monddurchmesser, dass man somit mit einiger Wahrscheinlichkeit schliessen kann, dass die Entfernungen dieser beiden Weltkörper von der Erde, sich wie ihre Durchmesser verhalten. Wir sehen aber auch, dass jeder noch so kleine Unterschied in den scheinbaren Halbmessern oder Parallaxen, in den bekannten Grenzen, eine andere Entfernung gibt.

Da bei den täglich sich verändernden Diametern kein Grund vorhanden ist, dem einen den Vorzug vor den andern zu geben, so hat sich die Theorie für die mittlere Zahl entschieden, von welcher sie einen häufigen Gebrauch macht, wahrscheinlich sich nach dem Sprichworte haltend „die Wahrheit liegt in der Mitte.“ In Bezug auf die astronomischen Beobachtungen kann man aber nur sagen, dass die Wahrheit zwischen dem Maximum und Minimum der Resultate liegen kann, und dass die äusserste Grenzzahl eben so gut die Wahrheit vorstellen kann, als welche immer der andern: wenn aber die mittlere Zahl mit keiner der durch die Beobachtung erhaltenen übereinstimmt, so kann sie die Wahrheit nicht mehr repräsentiren. Ueberhaupt ist „mittlere Zeit,“ „mittlerer Raum oder Entfernung,“ „mittlere Bewegung oder Geschwindigkeit“ etc., Cacophonie, und es fehlen nur noch — um die Gesellschaft zu ergänzen — die mittlere Materie oder Masse und die mittlere Kraft: lauter Dinge, mit welchen die Theorie im besten Einvernehmen lebt, und aus welchen die mittlere Wissenschaft hervorgeht.

Die mittlere Zahl, wie diese bei der Sonnen- und Mondesferne angewendet wird, entspringt aus der Supposition, dass diese drei Weltkörper sich periodisch in verschiedenen Distanzen von einander befinden. Da nun der Gesichtswinkel eines Objectes sich in Folge seiner Ferne verändert, so scheint die Voraussetzung

Digitized by Google

legitim zu sein, dass Sonne und Mond ihre scheinbaren Diameter in Folge ihrer variablen Distanzen verändern, und in ihrer Allgemeinheit genommen ist die Supposition nicht unstatthaft. Hier aber handelt es sich um einen speciellen Fall, der nicht nur verdient, sondern auch fordert, dass man die Frage einer so viel als möglich gründlichen Prüfung unterwirft; die Frage aber, wie wir dies schon oft erwähnt haben, ist: „kann ein Weltkörper unter der Anziehung eines andern Weltkörpers, diesem sich abwechselnd nähern, und wieder sich von ihm entfernen? Wir hatten bereits Gelegenheit zu bemerken, dass weder die Planeten von der Sonne, noch die Satelliten von ihren Planeten in variable Entfernungen kommen können; dass aber die Planeten unter sich nothwendiger Weise abwechselnd, in verschiedene Lagen und Distanzen kommen müssen, welche immer die Configuration des Systems ist, indem sie in Curven verschiedener Grösse circuliren, während gleichfalls verschiedener Zeitperioden je nach ihrer Sonnenferne. Wenn somit die Veränderungen in den scheinbaren Diametern der Sonne und des Mondes, nicht den variablen Entfernungen zugeschrieben werden können, so hat man ihre Ursache, oder vielleicht Ursachen aufzusuchen.

[12.] Sind die scheinbaren Durchmesser der Sonne und des Mondes gleich, was während jedes Monates wenigstens zweimal stattfindet, so ist ein bleibendes Verhältniss zwischen ihrer wahren Grösse und Entfernung da. Ist nämlich die Solar-Parallaxe die Einheit, so ist der Sonnenhalbmesser = 112·06, in Lunarhalbmessern = 410·554. Wir haben in den Tafeln I und II einige Entfernungen der Sonne und des Mondes zusammengestellt, welche sich in den Grenzen des Sonnenhalbmessers befinden: aus ihnen ist ersichtlich, dass die Entfernungen in dem Verhältniss wachsen, als die Parallaxen abnehmen, und dass die Sonne constant 410·554 mal entfernter ist, als der Mond.

Die Beobachtung zeigt aber, dass der scheinbare Diameter des Mondes, jenen der Sonne einerseits übertrifft, andererseits aber unter ihn fällt; es geht hervor, dass er einerseits um 57″ 28 grösser, andererseits um 123″ 96 kleiner ist während einer Jahresdauer. Aus dem Umstande, dass der Mondhalbmesser öfters und mehr unter jenen der Sonne fällt, könnte man schliessen, dass die ringförmigen Sonneneclipsen häufiger als die totalen vorkommen können. In der dritten Tabelle haben wir für den Mond einige jener Entfernungen angegeben, welche diesem Excess des Monddiameters entsprechen, in den Sonnendurchmessern aber kein Equivalent finden.

Frägt man nun nach der Ursache dieses Excesses, so könnte man sagen, dass auf die Veränderungen der scheinbaren Durch-

Digitized by Google

messer beider Himmelskörper zwar dieselben Ursachen einfliessen, dass aber diese auf den uns so nahen Mond eine viel grössere Wirkung als auf die ferne Sonne äussern; dann kann man noch bemerken, dass diese scheinbaren Durchmesser in ihrem Originaltypus nicht bekannt sind, indem sie von den hohen Breiten der Erde aus gesehen, zu sehr von der optischen Perspective afficirt sind.

Arago sagt (III. p. 367) dass „das Mittel der Solarparall-„axe aus den auf der Nordseite des Aequators gemachten Beob-„achtungen 8″ 59 ist, was von dem, von Lalande durch den Cal-„cul erhaltenen Resultate wenig abweicht, und dass in der neuesten „Zeit M. Encke dieselbe Parallaxe berechnete, indem er sich der „gesammten Beobachtungen und der vervollkommneten geographi-„schen Längen und Breiten bediente. Dieser Astronom hat die „später eingelaufenen und für verfälscht gehaltenen Beobachtun-„gen gerechtfertigt, und das Resultat, bei welchem er stehen blieb, „ist von dem vorhergehenden wenig verschieden; es ist für die „mittlere Entfernung der Erde 8″ 58. Dieser ist der von dem „Aequatorialhalbmesser der Erde gezeigte Sehwinkel, der die Ent-„fernung von 23984 dieser Halbmesser bedingt, und 38,230496 „Meilen zu 4000 Metres ausmacht.“

Da nun eine getroffene Wahl zwischen verschiedenen Parallaxen keine Bestimmung ist, so kann ein jeder Astronom oder auch Nichtastronom eine Sonnenferne nach Belieben für sich wählen: die Wahl des „Mittels“ ist eben so willkürlich wie eine jede andere, und Niemand vermag einen rationellen Grund seiner Wahl anzugeben, Niemand kann die wahre Entfernung der Sonne wissen. Es kann somit hier die Rede nur von jener Wahrscheinlichkeit sein, welche sich in den Grenzen der beiden äussersten Halbmesser oder Parallaxen befindet, und diese ist die Differenz von ± 1,267610 Meilen, beiläufig der 30. Theil der mittleren Sonnenferne.

Hat man auf diese Art die Sonnenferne „bestimmt,“ so werden daraus die Entfernungen, sowohl als auch Grössen, Massen etc. aller übrigen Planeten — also die wichtigsten Elemente des Systems — gleichfalls „bestimmt.“ Aus diesem Umstande ist es ersichtlich, dass alle diese Calculs keinen anderen Werth haben als den, dass sie da sind.

Man findet in einigen Büchern, dass die Entfernung eines Weltkörpers gefunden wird, wenn man seinen wahren Durchmesser durch den Sinus seines scheinbaren Durchmessers dividirt. Dieses ist nicht correct, denn die scheinbaren Durchmesser sollen sich direct wie die Entfernungen verhalten, so wie der Winkel des Objectes direct ab- oder zunimmt, wenn die Entfernung zu- oder abnimmt; die Sinuse der Winkel oder der Bogen nehmen nicht

Digitized by Google

in demselben Verhältniss ab und zu. Je kleiner die Winkel, desto grösser sind die Differenzen der Sinuse, und es ist klar, dass man z. B. für die Sonnenferne ein anderes Resultat erhält, wenn man mit den Sinus rechnet, und einmal den Sonnenhalbmesser, das andere Mal ihre Parallaxe zu Grunde legt. Es ist aber selbstverständlich, dass dieses Resultat dasselbe sein müsse, ob man mit dem Halbmesser der Sonne oder mit jenem der Erde rechnet; hat man z. B. eine Parallaxe von 8″57116 zu Grunde gelegt, so entspricht dieser ein Sonnenhalbmesser von 960″484; hat man die Sonnenferne mit 214·42 Sonnenhalbmessern gefunden, so ist diese Zahl 112·06mal genommen = 24027·9 Erdhalbmessern etc.

Die Divergenz zwischen den in den Büchern angegebenen Zahlen deutet an, dass die Autoren verschieden rechnen. Nach Arago z. B. ist die Sonnenferne mit einer Parallaxe von 8″58 = 23984; nach J. H. Mädler mit der Parallaxe von 8″57116 = 24043 Erdhalbmessern; der Unterschied zwischen beiden Angaben ist von 59 Erdhalbmessern; in der Wirklichkeit aber soll er nicht mehr als 23 betragen; d. h. der ersteren Parallaxe entsprechen 24042, der letzteren 24065 solche Halbmesser. In Sonnenhalbmessern ausgedrückt ist die erstere Zahl = 214·53, die zweite = 214·75.

Wir haben zu bemerken, dass der Rapport zwischen Entfernungen und Winkeln sich auf unsere Vision bezieht, dass folglich diese hier angegebenen Distanzen der Sonne und des Mondes von unserem Auge sind, nicht aber von dem Mittelpunct der Erde, wie dies die Theorie meint. Will man dieser letzteren Supposition genug thun, so muss man den gefundenen Distanzen noch einen Erdhalbmesser hinzufügen. Sagen wir z. B. der Durchmesser des Mondes zeigt sich uns unter einem Winkel von 57°29.. wenn sein Mittelpunct von unserem Auge 870·27 Meilen entfernt ist, so können wir nicht eben so sagen, dass der Mond sich unter demselben Winkel zeigt, wenn er vom Mittelpunct der Erde aus gesehen wird, denn in diesem Falle würde der Mond ganz und gar schon in dem Inneren der Erde stecken.

[13.] Für die Mondesferne gibt das Annuaire (du Bureau des Longitudes 1864 etc.) 60·67 Erdhalbmesser und 96723 Meilen zu 4 Kilometres.

Vergleichen wir die beiden Bestimmungen — der Mondes- und Sonnenferne — so finden wir, dass sie mit den Verhältnisszahlen der Grössen und Entfernungen, welche wir zwischen den beiden Weltkörpern fanden, nicht übereinstimmen.

Aus der Sonnenferne, bei welcher H. Encke stehen blieb, folgt bei gleichen Durchmessern eine Mondesdistanz von 93120 Meilen oder 58·44 Erdhalbmessern; diese Sonnenferne enthält nach dem

Digitized by Google

Annuaire 395·26 Mondesfernen, also um 15·3 weniger als sie nach den Verhältnisszahlen enthalten sollte. Die im Annuaire gegebene Mondesferne entspricht einem scheinbaren Mondhalbmesser von 15′ 27″ 97 und der diesem zugehörigen Parallaxe von 56′ 39″ 8; beide unter den Mittelzahlen, die 15′ 44″ 45 und 57′ 40″ 25 sind. Diesem Halbmesser und Parallaxe des Mondes entspricht kein beobachteter Sonnenhalbmesser und keine Solarparallaxe; nach den Verhältnisszahlen würde ihnen ein Sonnenradius von 15′ 27″ 97 und eine Solarparallaxe von 8″ 281 entsprechen, aus welchen dann eine Sonnenferne von 24909 Erdhalbmessern und 39,710000 Meilen hervorgehet; eine Zahl, welche die Sonne mit 1,479500 Meilen weiter setzt, als H. Encke.

Frägt man nach der Ursache, warum die Theorie bei der Bestimmung der Mondesferne von ihrer sonst strengen Regel der „Mittelzahlen“ abgewichen ist? So findet man darin ein Beispiel, wie sie ihre Determinationen arrangirt und sucht die Ziffern und Zahlen mit einander in Einklang zu bringen, unbekümmert darob, ob ihre „Bestimmungen“ die Realität repräsentiren oder nicht.

Hat die Theorie entschieden, dass die „mittlere Entfernung der Sonne“ jene von Encke bestimmte sei, so müssen sich an diese alle übrigen Bestimmungen anpassen, folglich auch die Mondesdistanz. Die Theorie räsonnirt demnach folgends:

Die wahre siderische Umlaufszeit des Mondes gibt einen Tagbogen von 13° 17636, woraus folgt, dass die Winkelgeschwindigkeit dieses Weltkörpers 13·36826mal grösser als jene der Erde ist. Theilt man die von Encke bestimmte Sonnenferne von 38,230496 durch die theoretische Mondesferne von 96723 Meilen, so folgt, dass die Sonnendistanz gleich 395·26 Mondesdistanzen ist. Da diese Distanz des Mondes zugleich sein Bahnhalbmesser ist, so ist seine absolute Geschwindigkeit = 0·257448 Meilen, oder 1028·79 Metres per Secunde, woraus folgt, dass die Eigengeschwindigkeit der Erde 29·567mal grösser, als jene des Mondes ist. Sind die Umlaufszeiten gleich, so verhalten sich die Bahngrössen wie die Geschwindigkeiten, somit ist 29·567 × 13·36827 = 395·26.

Die practische Astronomie aber ist genöthigt anzuerkennen, dass der wirkliche Tagbogen des Mondes = 12° 19075 ist, der somit seiner synodischen Umlaufszeit entspricht, und eine Winkelgeschwindigkeit gibt, die jene der Erde 12·36827mal übertrifft.

Ist nun die Mondesferne 410·554mal kleiner als jene der Sonne, eine Supposition die — wie wir gesehen haben — einige Grundhältigkeit hat, so ist sie = 93119 Meilen, also um 3604 Meilen kleiner als die theoretische und gibt eine Eigengeschwin-

Digitized by Google

digkeit des Mondes von 0·229316 Meilen in der Secunde, woraus dann folgt, dass jene der Erde 33·1941mal grösser ist.

Da nun 33·1941 × 12·36827 = 410·554 ist, so folgt eben so, dass diese Mondesferne der synodischen Umlaufszeit entspricht, wenn die Encke'sche Sonnenferne als die wahre angenommen wird. Der Unterschied der beiden Umlaufszeiten gibt den Unterschied eines ganzen Kreises, welchen der Mond mit seiner siderischen Geschwindigkeit während des Jahres *mehr* beschreibt.

Uebrigens bewegt sich dieses Räsonnement in der Hypothese, dass die Entfernungen zugleich die Bahnhalbmesser sind und dass der Mond während seiner Revolution 360° beschreibt.

Bemerken wir schliesslich, dass unter den verschiedenen Bestimmungen der Solarparallaxe, welche bei Gelegenheit des Venusdurchganges im Jahre 1769 gemacht wurden, das Minimum von 8″ 39 zwischen Californien und Kola erscheint. Diese Zahl ist nun unter dem Minimum von 8″ 44, welches in den Ephemeriden enthalten ist, und entspricht einem Sonnenhalbmesser von 15′ 40″ 18, aus welchem eine Sonnenferne von 24589·6 Erdhalbmessern, 219·39 Sonnenradien und 39,193000 Meilen hervorgehet.

Wir haben bereits bemerkt, dass der scheinbare Durchmesser der Sonne, am Erdäquator beobachtet, das ganze Jahr hindurch nicht grösser als 31′ 30″ erscheinen könne, welche Zeit als Maximum in den Grenzen der beiden Sonnendeclinationen stattfinden kann. Dass dieser Durchmesser noch kleiner werden kann, geht aus den Parallaxebestimmungen zwischen Californien und Kola hervor, wo er nur 31′ 20″ 36 gefunden wurde. Wird nun die practische Astronomie sich die Ueberzeugung verschaffen, dass die im nördlichen Europa beobachteten vergrösserten Sonnendiameter ein optischer Effect sind, und dass diese scheinbaren Diameter in der That nie über 31′ 30″ gehen, so wird die Sonnenferne in viel engere Grenzen eingeschlossen sein, als sie gegenwärtig ist, und man kann zu einem weniger unsicheren, mehr befriedigenden Resultat gelangen.

Wenn heutzutage die Grenzen des scheinbaren Sonnendurchmessers zwischen 31′ 30″ und 32′ 34″ liegen, so geben diese beiden 109·14 und 105·56 als grösste und kleinste Ferne in Sonnendiametern ausgedrückt, und ihr Mittel ist = 107·4.

Die Beobachtungen des Venusdurchganges im Jahre 1769 wurden verschiedentlich combinirt; die Combinationen geben sechs von einander abweichende Parallaxen, und somit 6 verschiedene Sonnendiameter für denselben Tag (3. Juni), an welchem Tage im Mittel-Europa ihr Durchmesser gewöhnlich 31′ 34″ 58 = 1894″ 58

Digitized by Google

und ihre Declination = + 22° 17′ 31″ ist. Es zeigt sich so zwischen Californien und Kola, übereinstimmend mit

Taiti und Cajanienburg	die	Parallaxe	= 8″39	Drchmssr.	1880″46
Taiti und Hudsonsbey	„	„	= 8″50	„	1905″02
Taiti und Kola	„	„	= 8″55	„	1916″30
Californien und Wardhuis		„	= 8″62	„	1931″91
Taiti und Wardhuis	„	„	= 8″71	„	1952″08
Taiti und Paris	„	„	= 8″78	„	1967″77
		Differenz	0″39		87″31

Wenn demnach die Sonne an demselben Tage und Stunde verschiedene Durchmesser zeigt, so können diese bei richtigen Beobachtungen nur von der geographischen Lage des Ortes abhängen.

In Folge dieser Betrachtungen halten wir es für rationell, als Ausgangspunct für unsere Vergleiche einstweilen jenen scheinbaren Durchmesser der Sonne anzunehmen, welcher nach den Beobachtungen sowohl als auch nach den Berechnungen der besten europäischen Sternwarten als Minimum (des Jahres) mit 31′ 31″ = 1891″ angegeben ist, und welchem eine Solarparallaxe von 8″4376 entspricht. Aus diesen Zahlen geht eine Sonnenferne von 24446·4 Erdhalbmessern und 38,972500 Meilen hervor, eine Distanz welche die Mondesferne auf 94926·6 Meilen und 59·5448 Erdhalbmesser setzt: welche beiden Distanzen eben so wie die beobachteten Durchmesser auf unser Auge sich beziehen. Diese Zahlen weisen nun für die Sonne eine bedeutend grössere und für den Mond um etwas kleinere Distanz an, als diese in den Büchern angegeben sind.

[14.] Kennt man den scheinbaren und zugleich den wahren Durchmesser der Sonne, so kann man ihre Erdferne durch eine einfache Construction finden.

Wenn wir z. B. fragen, wie viel Sonnenkugeln sind nöthig, um den grossen Himmelskreis zu bilden, welchen sie nach der Theorie jährlich zu beschreiben scheint? so ist die Antwort, wenn ihr scheinbarer Durchmesser 31′ 31″ ist, so ist die Anzahl der Kugeln der durch diese Zahl dividirte Kreisumfang. Reihen wir demnach 685·3519 Sonnenkugeln in einen Kreis, so geht wohl dieser durch den Mittelpunct aller Kugeln sowohl als auch durch ihre Berührungspuncte, nicht aber durch ihre Diameter, welche gerade Linien vorstellen, und sich nicht berühren. Verbinden wir die Durchmesser mit einander, oder verbinden wir die Berührungspuncte der Kugeln durch Linien, so haben wir ein dem Kreise umschriebenes und ein demselben eingeschriebenes Polygon von 685·3519 Seiten, und der Kreisumfang ist gegeben. Einfacher ist

es, wenn wir die Ecliptik in eine gerade Linie ausbreiten, denn auf diese Art werden wohl alle Durchmesser sich berühren, und eine und dieselbe Gerade bilden. So erhält man den Kreisumfang von 357293·28 × 685·3519 = 244,871500 Meilen, woraus der Halbmesser des Kreises von 38.972500 hervorgeht; theilt man die Kugelanzahl durch die bekannte Verhältnisszahl zwischen Peripherie und Halbmesser, welche = 6·2831854 ... ist, so erhält man die Sonnenferne mit 109·077 Sonnendiametern ausgedrückt.

Diese Sonnenferne kann man auch durch folgende Betrachtung finden. Die Sonne nimmt einen Raum gleich ihrem Volum ein: ihr Durchmesser erstreckt sich auf einen Linearraum von 357293·28 Meilen, ist ihr scheinbarer Durchmesser = 1891″, so entfallen auf eine jede Raumsecunde 188·941 Meilen; diese mit dem Kreisumfange von 1,296000″ vervielfacht, geben dieselbe Zahl für den Umfang der Ecliptik und ihres Halbmessers. Wir wissen, dass die Sonne täglich scheinbar einen Bogen von 3548″33 (den Tagbogen der Erde) als einen Linearraum von 3548·33 × 188·941 = 670436 Meilen durchläuft, woraus ihre Geschwindigkeit von 7·7597 = 31039 Metres in der Secunde hervorgeht.

Denselben grossen Himmelskreis, ja manchmal einen grösseren als die Sonne, beschreibt der Mond, dennoch ist dieser Kreis 410·554mal kleiner als die Sonnenecliptik. Man kann somit auf dieselbe Art Umfang und Halbmesser der Lunarecliptik finden, wenn der scheinbare Durchmesser des Mondes gegeben ist. Bleiben wir bei dem Diameter von 31′31″ stehen, so ist die Mondesferne = 94926·6 und der Umfang seines grossen Himmelskreises = 596441 Meilen. Durchlauft der Mond seine Ecliptik in 27 Tagen 7 Stunden 43′11″5 (die bekannte siderische Revolution), also in 2360591″5, so ist seine Geschwindigkeit 1016·6 Metres in der Secunde, folglich 31mal kleiner als jene der Sonne.

Wird nun in der Schule vor Allem gelehrt, dass die Sonne jährlich einen wirklichen grossen Himmelskreis, die Ecliptik beschreibt, dann aber später gelehrt, dass die fixe Sonne, welche in dem Brennpuncte derselben Ecliptikellipse festsitzt, sich demnach in dem grossen Himmelskreis nicht bewegen kann; wird alsbald darauf gelehrt, dass die Sonne nicht im Brennpuncte, sondern beständig in dem Umkreise der Ecliptik selbst sich aufhält und daher auch keine Breite hat, so ist der Student wohl genöthigt, so lange nachzusinnen und zu grübeln, bis er herausbringt, dass die Sonne immer in jener Gegend der himmlischen Sphäre sich befindet, wo wir — sie sehen. Wird dem Studenten später „sub rosa“ mitgetheilt, dass die Sonne dennoch nicht festsitzt, sondern sich im Raume fortbewegt, ja sogar sehr schnell, wie z. B. Laplace sagt,

Digitized by Google

mindestens mit der Geschwindigkeit der Erde sich versetzt, so muss der Student abermals durch seinen eigenen Fleiss zu der Entdeckung gelangen, dass die Sonne, wo immer sie im Raume hingeht, ihre Ecliptik beständig und überall mit sich führt.

Da nun die fixe Sonne, wie dies die Theorie lehrt, sich in der Ecliptik nicht bewegen kann, so muss man ihr die Erde substituiren und sagen, dass die Ecliptik die Erdbahn und deren Halbmesser die Sonnenferne ist. Aus unseren Studien geht hervor, dass diesen grossen Himmelskreis, die Ecliptik, die Erde eben so wenig als die Sonne durchläuft.

In dem grossen Himmelskreis, welchen der Mond beschreibt, konnte man nicht füglich die Erde sich bewegen lassen und hat sie in den Brennpunct desselben versetzt, wo sie in Bezug auf den Mond — ruhend ist. Man hat es nämlich nicht zweckmässig befunden, die Erde dem Monde zu substituiren, indem die siderische Umlaufszeit des letzteren 13mal kürzer als jene der Erde ist, denn sonst hätte die Erde füglich zwei grosse Himmelskreise zugleich beschreiben können, wie sie dies auch in Folge der Nutation ohnehin thun muss. Man beliess somit den Mond in seiner Ecliptik — in welcher die Finsternisse vorgehen und es wurde klar, dass dieser von ihm beschriebene grosse Himmelskreis die veritable Mondesbahn und deren Halbmesser die Erdferne ist.

Man könnte aber nach der Analogie schliessen und sagen, bewegt sich die Sonne nicht in ihrer Ecliptik, so bewegt auch der Mond sich nicht in der seinigen; ist die eine Ecliptik weder die Sonnen- noch die Erdbahn, so ist die andere auch nicht die Mondesbahn; besteht endlich die Sonnenecliptik aus den Projectionen der successiven Sonnenstellungen, so ist die Lunarecliptik auf dieselbe Weise componirt.

Aus den Vergleichungen, welche wir machen, geht hervor, dass der grosse Unterschied in den Entfernungen der Sonne und des Mondes nach ihren scheinbaren Durchmessern in der Wirklichkeit nicht stattfinden kann. Es wird ja gelehrt, dass die geschlossenen Erd- und Mondesbahnen beinahe Kreise sind; wenn aber der Mond mit mehr als dem achten Theil seiner Distanz sich der Erde abwechselnd nähert und wieder von ihr sich entfernt, so wird sein beinahe Kreis eine viel bedeutendere Excentricität erhalten als die mit 0·05491 angegebene. Wir haben gesehen, dass die variablen Entfernungen variable Geschwindigkeiten bedingen; um diese ernstlich aufzustellen, muss man nothwendigerweise die einfachsten Notionen, die Wahrheit, ja die Natur selbst verläugnen. Es ist ganz unmöglich, sich zu erklären, wie ein Himmelskörper oder welch immer Körper in Bewegung, seine Geschwindigkeit aus freien Stücken, ohne alle Ursache ver-

Digitized by Google

ändern könne. Es ist unmöglich, Jemandem begreiflich zu machen, wie die constante Anziehung einer unveränderlichen Masse verschiedentlich einwirken könne. Wenn demnach die Himmelskörper, die Erde z. B., ihre Geschwindigkeit weder selbst ändern, noch selbe durch die Sonnenanziehung verändert werden kann, woraus will man ihre variablen Distanzen und Geschwindigkeiten ableiten? Ist eine constante Veränderung, sei sie durch Verminderung oder Vergrösserung in der Geschwindigkeit hervorgebracht, vorhanden, so schliesst man auf die constante Wirkung einer Kraft; nimmt aber die Geschwindigkeit einmal zu, das anderemal ab, so muss man entweder eine variable Kraft annehmen, was absurd ist, oder sich eine andere, stets in conträrem Sinne einwirkende Kraft vorstellen, was eben so absurd ist.

Sind die Variationen der Distanzen und Geschwindigkeiten der Attraction zugeschrieben, so hat man eine variable Anziehung aufgestellt, d. h. eine Kraft, welche abwechselnd Attraction und Repulsion ist. Findet man endlich, dass die Annahme einer variablen Kraft gleichfalls absurd ist, so bleibt wohl nichts übrig, als den Weltkörpern — nach den Ideen Kepler's — eine Spontaneität zuzuschreiben.

Die berechneten oder nach den Beobachtungen bestimmten Entfernungen beziehen sich auf die Mittelpuncte der betreffenden Weltkörper: von Oberfläche zu Oberfläche sind sie sich mit der Summe ihrer Halbmesser näher. Für die Sonne vermindert sich der Abstand um 180240, für den Mond um 2030 Meilen. Die Beobachtungen werden von der Erdoberfläche aus gemacht, und es ist ersichtlich, dass, besonders in Bezug auf den Mond, dieser Umstand von Wichtigkeit ist. Aus diesem Grunde reducirt die practische Astronomie die Beobachtungen auf den Erdmittelpunct. Es ist somit klar, dass Sonne und Mond in Folge der Erdrotation dem Beobachter näher oder ferner kommen. Dieses „Näher" ist für den Mond mehr als ein Sechszigstel seiner Distanz, und dieser Umstand trägt schon zur Veränderung mancher seiner Phänomene bei.

Wir haben gesehen, dass die Höhe eines Weltkörpers und mit dieser die Refraction in Verbindung mit den Variationen des Durchmessers sind, die Atmosphäre trägt somit das ihrige bei, um eine Vergrösserung hervorzubringen; wenn es sich aber auch nicht um die tägliche Veränderung der Diameter handelt, sondern um jene während der Revolutivperioden der Erde und des Mondes, so wird die Atmosphäre dennoch keine untergeordnete Rolle spielen. Nebst der geographischen Position des Beobachters können jedoch auch andere Ursachen auf die Veränderungen der Diameter ein-

Digitized by Google

fliessen, welche am Ende aufzufinden sein werden, und wir betrachten diese Frage als eine lösbare.

[15.] Die Masse der Sonne ist so genau bestimmt, als hätte man sie abgewogen. Legt man die Sonne in die eine Schale der Wage, so muss man in die andere 354936 Erdkugeln legen, um das Gleichgewicht herzustellen.

Alle Astronomen, ohne Ausnahme, sind einstimmig der unerschütterlichsten Ueberzeugung, dass sie die Masse der Sonne so wie auch die Massen der zu ihrem System gehörigen Körper genau kennen: durch diesen festen Glauben geleitet sagen sie, dass sie mit einem einfachen Calcul und auf eine sehr *leichte* Art die reinste Wahrheit entdeckt und diese mit der grössten Evidenz bewiesen haben. Nachdem sie auf diese Art in die Geheimnisse des Universums eingedrungen sind, so ist an der Realität der bestimmten Massen nicht zu zweifeln.

Man muss erkennen und gestehen, dass die Bestimmung der Sonnen- und anderer Massen in der That mit einigermassen übertriebener Leichtigkeit gemacht ist, dass aber trotz ihrer aussergewöhnlichen Einfachheit sie fast alles das enthält, was man sich von der Mechanik des Himmels eingebildet hat, fast Alles, was man in Folge directer Beobachtung in der Wirklichkeit kennen kann.

Die Bestimmung der Sonnenmasse folgt nicht aus den Beobachtungen, der einfache Grund davon ist, weil die Quantität der Materie sich nicht beobachten lässt: sie muss somit eine theoretische sein, ein Product von Suppositionen und Hypothesen. Mengt sich in diese Bestimmung etwas von dem, was man beobachten kann, so ist dies durch die Schlüsse repräsentirt, welche man aus den Beobachtungen macht.

Die einfache und leichte Rechnung wird auf folgende Art gemacht:

Auf der Erdoberfläche — auf dem Pantheonsplatz in Paris — fällt ein Körper 4·9 Metres in der ersten Secunde: könnte dieser schon auf die Erde gefallene Körper seinen Fallweg noch weiter fortsetzen, so würde seine Geschwindigkeit so beschleunigt werden, dass er nach der ersten Secunde mit einer Geschwindigkeit von 9·8088 Metres abermals in der zweiten ersten Secunde fallen würde. Die Erdoberfläche ist von ihrem Mittelpuncte — in Paris 1600 Meilen entfernt. Da die Attraction sich umgekehrt wie das Quadrat der Entfernung verhält, so würde dieser freifallende Körper in der Sonnenferne, welche genau 23984 Erdhalbmesser beträgt, nach der ersten Secunde 0·0000000170518 Metres fallen, was beiläufig einen Milliontheltheil des Millimeters beträgt. Die Geschwindigkeit der Erde in ihrer Bahn ist 30399·75 Metres in der Secunde.

Digitized by Google

theilt man das Quadrat dieser Zahl durch den Halbmesser der Erdbahn = 38,230496, so erhält man das Maass der Sonnenanziehung auf die Erde; dieses Maass ist 0·00605255. Theilt man nun diese Zahl durch die erstere, so findet man 354936 als die Masse der Sonne, jene der Erde als Einheit genommen.

Nebstdem, dass unter den der Rechnung zu Grunde gelegten Zahlen nicht eine einzige richtig ist, und alle auf Suppositionen oder willkürlichen Annahmen beruhen, so sehen wir doch, dass bei diesem einfachen Calcul die Sonne gar nichts zu thun hat. Arago sagt (IV p. 16):

„Welche Elemente haben wir angewendet, um zu diesem „Resultate zu gelangen? Die Quantität der Winkelbewegung „unserer Kugel um die Sonne in einer Zeitsecunde und den Werth „des Erdbahnhalbmessers in Meilen, nichts weiter. Aber wir „kennen die Gesetze der Universalschwere, die den Massen pro„portional einwirkt, welche sich im umgekehrten Verhältniss des „Quadrats der Entfernung anziehen; ohne der grossen Entdeckung „Newton's könnten ähnliche Probleme nicht einmal aufgegeben „werden."

Wir werden sogleich sehen, wie viele und welche Elemente dem Calcul zu Grunde liegen, fragen aber vorerst, was man denn eigentlich calculirt hat?

Erstens hat man determinirt, dass ein auf der Erdoberfläche fallender Körper in die Sonnenferne gebracht, unter der Erdanziehung um unseren Planeten kreisen würde mit einer siderischen Umlaufszeit von einer Billion und 785620 Millionen Jahren; den Raum, den die Erde in einer Secunde durchlauft, würde dieser ihr Planet — der fallende Stein — in 56495 Jahren, wie ein wahrer Schneckenutopist durchkriechen, und, um gegen die Erde 9·8088 Metres zu fallen, würde er 18¼ Jahre verwenden, eine Periode, welche deutlich zeigt, dass sie von den Mondesknoten abhängt.

Zweitens hat man bestimmt, dass ein Körper, dessen Masse der 354936ste Theil der Erdmasse ist, genau so um die Erde circuliren würde, wie diese um die Sonne kreiset, wenn man ihm die ursprüngliche Impulsion mittheilen würde; so wird zugleich der Beweis geführt, dass, je grösser die Distanz, desto grösser wird die Geschwindigkeit, denn dieser improvisirte Erdplanet, 410mal entfernter als der Erdsatellit, würde diesen 31mal an Geschwindigkeit übertreffen.

Mehrere Autoren nehmen als „Rechnungselement" nur 4·9 Metres Fall; calculirt man mit diesem auf die citirte Art, so erhält die Sonne die doppelte Masse, nimmt man die Hälfte von 4·9 Metres, so wird ihre Masse vierfach etc. Diese leicht gefundene Sonnenmasse repräsentirt zufällig nahezu den Sonnendurchmesser.

Digitized by Google

gleichfalls in Meilen ausgedrückt, also nahe den vierten Theil ihres Volums, jenes der Erde als Einheit genommen. Hat man nicht Grund und Ursache zu staunen, warum die Dichte der Sonne 4mal geringer ist als jene der Erde? Könnte man nicht eben so leicht bestimmen, dass die Sonnen- und Erdmassen, Dichten und Schweren sich wie ihre Halbmesser verhalten? Man käme auf diese Art zu dem harmonischen Resultate, dass die Dichten gleich sind, folglich die Schwere auf der Sonne 112·06mal jene der Erde übertrifft; dass somit die Körper auf der Sonnenoberfläche bei 550 Metres in der ersten Secunde fallen. Bemerken wir jedoch, dass alle diese Calculs gar keinen Werth haben, weil ihre Resultate aus imaginären Elementen hervorgehen.

[16.] Betrachten wir nun die Rechnungselemente und die Quelle, aus welcher sie fliessen, so wie sie zur Bestimmung der Sonnenmasse gedient haben.

a) So wie die Körper gegen die Erdoberfläche frei fallen, so fallen die Planeten gegen die Sonne, die Satelliten gegen ihre Planeten!

Die Absurdität dieses Satzes ist wohl evident. Der fallende Körper, ein Steinstück z. B., ist weder ein Planet noch ein Satellit und diese wieder sind keine fallenden Steinstücke. Der Stein hat keine impulsive Bewegung erhalten, er fällt in gerader Linie mit einer beständig zunehmenden Geschwindigkeit auf die Erdoberfläche und bleibt daran kleben. Die Planeten bewegen sich mit einer gleichförmigen Geschwindigkeit in Curven und setzen ihre Circulation beständig fort. Jeder Weltkörper zieht alle anderen Weltkörper von Mittelpunct zu Mittelpunct in gerader Linie an und wird von allen zugleich angezogen; somit fallen alle Weltkörper zu derselben Zeit gegen einander, sie fallen nach allen Richtungen. Aus diesem grossen Princip der Universalschwere folgt aber einfach, dass z. B. ein Planet nicht recht weiss, wo er hinfallen soll, daher lieber gar nirgends hinfällt, und aus dieser Art von „regula falsi“ kann der Leser deutlich wahrnehmen, dass trotz allen einseitigen Interpretationen die Universalanziehung nur das Universalgleichgewicht bedeuten kann.

b) Was den Stein fallen macht das ist die Erdanziehung: die Anziehung ist der Masse proportional. Die Erde zieht den Stein mit ihrer Gesammtmasse an, welche in ihrem Mittelpuncte vereinigt ist. Diese Erdmasse ist die Einheit, so wie ihre Anziehung gleichfalls die Einheit ist; der fallende Stein aber ist auch die Einheit, so gut wie der Mond die Einheit derselben angezogenen Masse, zugleich aber auch für die Sonne, den Stein etc. die Erdmasse dieselbe Einheit ist. Dieser Galimatias wird Kenntniss genannt.

Digitized by Google

c) Die Attraction ist eine Kraft, welche Bewegung hervorbringt; die Geschwindigkeit, welche sie erzeugt, ist ihrer Grösse proportional. Der Stein fällt in der ersten Secunde 4·9 Metres. folglich ist die Gesammtanziehung der Erde durch eine Kraft repräsentirt, welche diese Geschwindigkeit producirt. Nachdem aber der Stein desto schneller fällt, von je höher er fällt, so ist die Erde im Besitz einer variablen Schwere; sei es nun, dass der Stein 4·9, 9·8088 oder 1000 Metres in der Secunde fällt, so ist der durchlaufene Raum immerdar die Einheit der Geschwindigkeit, mit welcher die Geschwindigkeit eines Planeten in seiner Bahn stets im Verhältniss bleibt. Dieses wird eine wissenschaftliche Anschauung genannt.

Wir haben bereits gesehen, wie man die Erdanziehung auf den Mond calculirt; wie kommt es aber, dass dieser Satellit trotz der 3600fachen Verminderung der Erdschwere dennoch 200mal schneller als der Stein in der ersten Secunde fällt und dann in den nachfolgenden Secunden nur 100mal schneller der Erde zuläuft? Ist die Entfernung dieser Masseneinheiten — Mond und Stein — wie 1 zu 60 und der Mond hat eine 200mal grössere Geschwindigkeit, soll man nicht daraus schliessen, dass die Erde eine 720000mal grössere Anziehung auf den Mond ausübt als auf den Stein? Folgt nicht daraus, dass, wenn der Stein eine horizontal gerichtete Geschwindigkeit von 180 Meilen in der Secunde hätte, er in einer Ferne von 9·8 Metres um die Erdoberfläche circuliren würde, mit einer siderischen Umlaufszeit von 53 Secunden? Folgt nicht auch, dass dieser Stein mit der halben Geschwindigkeit, also mit 90 Meilen per Secunde, auf einer Distanz von 4·9 Metres um die Erde kreisen würde? Oder soll man endlich schliessen, dass der Mond anstatt des Steines auf der Erdoberfläche in der ersten Secunde 90 Meilen und nach der ersten Secunde 180 Meilen fallen würde?

Erinnern wir uns an jene Hauptprincipien, welche zu dieser Art Bestimmungen führen und zugleich als Fortificationen des Systems von Copernik und der Gesetze Kepler's betrachtet werden sollen.

„Die Anstrengung, welche ein Punct macht, um den Faden zu „spannen und sich vom Centrum des Umfanges zu entfernen, ist „die Centrifugalkraft, sie ist gleich der Geschwindigkeit, getheilt „durch den Halbmesser.“ Laplace (Méc. cél. I. p. 24.)

„Die Centrifugalkraft ist gleich dem *Quadrate* der Geschwin„digkeit getheilt durch den Halbmesser; sie ist aber auch gleich „und entgegengesetzt der Sonnenanziehungskraft, das heisst ihrer „Masse getheilt durch das Quadrat der Entfernung.“ Laplace (Méc. cél. IV. p. 322.)

Digitized by Google

Nach diesen ist die Attraction das Quadrat der Geschwindigkeit, getheilt durch den Halbmesser und zugleich umgekehrt wie das Quadrat der Entfernung, d. h. des Halbmessers.

„Die mittleren Geschwindigkeiten der Planeten sind umge-„kehrt wie die Quadratwurzeln ihrer mittleren Entfernung von der „Sonne.“ Laplace Expos. p. 115.

Endlich ist der Halbmesser gleich der Masse, dividirt durch das Quadrat der Geschwindigkeit.

Fragen wir nun, unter welches dieser Axiome man den auf die Erdoberfläche fallenden Stein rechnen will? Wir sehen, dass man die Centrifugalkraft des fallenden Körpers calculirt hat, aber wie beurkundet der fallende Stein diese seine Kraft? Wo ist der gespannte Faden? Oder hat auch der Stein die Neigung die Erde für immer zu verlassen? Die Geschwindigkeit des fallenden Körpers ist mit jedem Moment und in jeder Distanz von der Erde verschieden, die Weltkörper aber bewegen sich stets gleichförmig und bleiben in derselben Distanz von dem sie anziehenden Körper; welche ist nun die Einheit der Geschwindigkeit und der Zeit für den fallenden Körper? Wo ist die Analogie, wo der mögliche Vergleich? Dort wo der Calcul ein befriedigendes Resultat hervorbringt? So wie mit dem Stein, so verfährt man mit den Himmelskörpern, man hat für die eingebildeten Dinge elastische Gesetze und die Analyse kann sehr überraschende Resultate liefern.

Aus dem Wirrwar über Attraction geht der Beweis hervor, dass die Centrifugalkraft gleich der Attraction ist, welche die Fallgeschwindigkeit des Planeten hervorbringt, da aber die Centrifugalkraft den Faden gespannt erhalten muss, so folgt einfach, dass der Planet gegen die Sonne nicht fallen kann, was auch aus der Gleichheit der sich entgegenwirkenden Kräfte hervorgeht. Fällt aber die Erde nicht gegen die Sonne und ist ihre Geschwindigkeit nicht durch die Attraction erzeugt, sondern durch die Centrifugalkraft, so ist der Calcul selbst in die — Sonne gefallen.

d) Die Sonnenferne ist in diesem leichten Calcul mit 23984 Erdhalbmessern angenommen; nachdem man für diese Ferne eine freie Wahl in den Grenzen von $\pm$ 795·3 Erdhalbmessern hat, so kann man auch variable Massen haben, welche mit der Entfernung zu- und abnehmen. Wir haben somit eine mittlere Sonnenmasse, woraus hervorgeht, dass die leichte Bestimmung derselben durch das genaue Abwägen der Himmelskörper nur auf einer *mittleren* Wage vor sich gehen kann.

e) Die Geschwindigkeit der Erde in der invariablen Ebene ihrer Ellipse ist im Verhältniss der Grösse ihrer Bahn, deren Halbmesser die nämliche variable Sonnenferne ist; man hat nach dieser Determination variable Erdgeschwindigkeiten im Verhält-

Digitized by Google

niss zur Sonnenferne, was auch durch die Ellipse umgekehrt bestätigt ist, indem nach dieser Version die Erde sich um so langsamer bewegt, als sie der Sonne näher ist; aus dieser klaren Darstellung folgt aber, dass die Sonnenmasse mit der Geschwindigkeit der Erde und auch der Planeten zu- und abnimmt, was um so natürlicher ist, als diese, nach den Fallgesetzen, im directen Verhältnisse stehen.

Es scheint somit, dass, ausgenommen die Grösse des Erdhalbmessers, welche auch nicht genau angegeben ist, kein einziges Rechnungselement, kein einziges dazu verwendetes Princip auf einem festen Fuss steht, sondern dass sie insgesammt hinken.

Es ist allgemein angenommen, dass die Geschwindigkeit der Planeten durch eine ursprüngliche Impulsion erzeugt wurde; wenn demnach eben so allgemein angenommen wird, dass diese ihre Geschwindigkeit durch die Sonnenanziehung hervorgebracht ist, so heben sich die beiden Annahmen auf, indem sie — nach der heutigen Theorie — im Widerspruch sind. Die sich bewegende Sonne macht es uns begreiflich, dass die beiden conträren Annahmen sich vertragen können, denn in der That gesellt sich zu der eigenen Geschwindigkeit der Planeten jene der Sonne. Es wird sich somit darum handeln, welche von beiden Geschwindigkeiten als Rechnungselement zu wählen sein wird?

f) Die Seele aber der leichten Bestimmung ist das Quadratgesetz.

Die anziehende Kraft wirkt umgekehrt, dem Quadrate der Entfernung proportional!

Fragen wir unsere Weisen, woraus dieses Gesetz abgeleitet ist, auf welcher Thatsache es beruht, auf welche Phänomene es sich stützt, ob sie dazu Beobachtungen haben, ob sie nicht vielleicht durch ein mit der Maschine gemachtes Experiment dessen Wahrheit constatirt haben, oder ob sie überhaupt ein oder mehrere Phänomene entdeckt haben, welche die Richtigkeit des Gesetzes darthun, so ist die unanime Antwort „Nein, gar nichts von allen dem," aber Newton hat das Gesetz entdeckt, und da es diesem inspirirten Sterblichen gelungen ist, in das Heiligthum des Universums einzudringen, wohin vor ihm Niemand eingedrungen, noch nach ihm Jemand mehr eindringen wird, so muss man das Gesetz als eine directe Offenbarung betrachten und gewissenhaft sich darnach halten — bis nicht die Nothwendigkeit eintritt, dasselbe bei Seite zu setzen! Hätte Newton anstatt des Quadrates eine andere Potenz ganzer oder gebrochener Zahlen als Gesetz entdeckt, so würde sich die Sonnenmasse darnach zu richten haben; denn seine gelehrten Nachfolger kennen kein Mittel, sich in die

Digitized by Google

fernen Welträume zu versetzen, um sich dort von der Sachlage persönlich zu überzeugen.

Wir haben bereits gesehen, wie fleissig die erklärende Wissenschaft, die aus Privatinspirationen herstammenden Enthüllungen ansammelt und diese als Theorien und Gesetze sorgsam aufbewahrt.

[17.] Kennt man die Massen, so ergeben sich spielend aus ihnen die Dichten und Schweren der Himmelskörper. Die Dichtigkeit eines Körpers ist die Masse der Volumeinheit. So wie die Masse desselben sein Volum multiplicirt mit seiner Dichte ist, so ist auch seine Dichte gleich der Masse getheilt durch das Volum. Die Schwere wird leicht erhalten, wenn man die Masse des Weltkörpers durch das Quadrat seines Halbmessers dividirt.

Dies ist ganz natürlich, denn der an der Oberfläche der Sphäre fallende Stein ist vom Mittelpuncte derselben genau um den Halbmesser entfernt; da die Anziehung vom Centrum ausgeht und nur dort in ihrer vollen Kraft ist, so hat sie sich, bis sie zu dem fallenden Stein gelangt ist, ganz richtig nach dem Quadrat des Halbmessers abgeschwächt; dies ist der Grund, warum sich die Anziehung des Centrums in die Schwere auf der Oberfläche verwandelt?

Nachdem nun die Erdanziehung in dem Erdmittelpunct die Einheit der Universalanziehung ist, so folgt natürlich, dass auch ihre Masse und Dichte gleichfalls Masse- und Dichte-Einheiten sind; da nun das Quadrat, der Würfel, so wie auch die übrigen Potenzen von 1 immer wieder nur 1 sind, so begreift wohl Jedermann, dass alles, was die Erde betrifft, Entfernung, Grösse, Masse, Dichte, Anziehung, Schwere etc., als Einheit des Weltalls zu gelten hat, so wie auch die erklärende Wissenschaft selbst, als die Einheit aller andern theoretischen Wissenschaften angesehen werden muss.

Dass die Bestimmung der Massen, Dichten und Schweren dasselbe Gepräge der höchsten Evidenz an sich tragen, ist über jeden Zweifel erhaben. Auf diese Art entsteht eine Reihe von unschuldigen Ziffern, die wider ihren Willen genöthigt sind, die unumstössliche Wahrheit zu repräsentiren.

Aus dem Umstande, dass die Schwere der Sonne 12557 mal geringer als ihre Masse, d. h. ihre Anziehung ist, und daraus, dass die Körper nicht die Attraction, sondern die Schwere fallen macht, geht hervor, dass die Annahme nach welcher die Planeten den Anziehungsgesetzen gemäss gegen die Sonne fallen, 12557fach falsch ist. Es wird ersichtlich, dass die Schlüsse, welche man aus irdischen Phänomenen, Umständen oder Verhältnissen ziehet und auf das Sonnensystem, auf die Himmelsmechanik ohne nähere und

Digitized by Google

genaue Prüfung anwendet, nicht als Wahrheiten betrachtet werden können, dass folglich alle die Rechnungen, welche man über Masse, Dichte und Schwere der Weltkörper macht, nichts anderes als arithmetische Uebungen sind, und folglich weder eine astronomische, noch eine wissenschaftliche „Bestimmung" genannt werden können.

Note. Kein Autor unterlässt gewissenhaft aufzuzählen, wie sich Volume, Massen, Dichten und Schweren verhalten, von der Sonne an, alle Planeten durch, bis zu den Monden. Jeder erzählt, wie lang der Secundenpendel auf einem und dem andern Weltkörper ist, wie weit der Stein in einer Secunde fällt und wie viel ein Pfund wiegt? Oft liest man, nach „meiner Beobachtung" nach „meiner Berechnung" nach „meiner Bestimmung" etc., und man findet es ganz schulgerecht, dass der Erfinder sein Eigenthumsrecht sicher stellt.

Wir haben gesehen wie gross die Sonnenmasse, Dichte und Schwere ist, es wird darnach gelehrt, dass der Secundenpendel auf der Sonne 28mal länger ist als auf der Erde, dass der Stein dort in der ersten Secunde 139 Metres und nach der ersten Secunde 278 Metres fällt, und dass das Pfundgewicht 28 Pfunde wiegt!

Ist die Sonne näher oder ferner von der Erde, so ändern sich alle diese „genauen" Bestimmungen, so wie auch die Grössen der Himmelskörper sich ändern, und wir haben bemerkt, dass mit der Sonnendistanz die Distanz aller Planeten zugleich ab- oder zunimmt, so wie auch ihre mit der Erde verglichenen Dimensionen ab- oder zunehmen.

Als die Sonne zur Zeit Copernik's und Kepler's nur zwei Millionen Meilen von der Erde entfernt war, haben die „genauen Bestimmungen" ganz andere numerische Resultate geliefert als jene, welche aus der heutigen Sonnenferne des H. Encke hervorgehen. Dazumal war der Durchmesser der Venus z. B. 20mal kleiner als gegenwärtig; nach der Berechnung verschiedener Astronomen ist er bald grösser, bald kleiner, bald eben so gross wie jener der Erde, und in der That hat man nur die Sonne ein klein wenig weiter zu setzen als H. Encke, so wird Venus genau so gross als die Erde: Volum, Dichte, Masse, Schwere, Pendel, Steinfall und Pfundgewicht bleiben ganz dieselben, wie wir diese schon kennen. Zu Copernik's Zeit war aber das Volum der Venus bei 8000mal kleiner als die Erdvolumeinheit und Jupiter war nicht viel grösser als der Mond.

Die Sonnenferne war somit in Erdhalbmessern ausgedrückt 1254·54 und ihre Parallaxe 163″772; ihr Durchmesser 18691·6

Digitized by Google

Meilen oder gleich 5·862 Erddurchmesser und ihr Volum 201·471 Erdvolumeinheiten.

Die Geschwindigkeit der Erde in ihrer elliptischen Bahn war nach ihrer siderischen Umlaufszeit = 0·3982 Meilen oder 1592·852 Metres in der Secunde, also nahe ein- und einhalbmal die Geschwindigkeit des Mondes. Das Licht flog mit der Geschwindigkeit von 3982 Meilen per Secunde, und suchte man die Parallaxe der Fixsterne zu bestimmen, so operirte man auf einer Basis von vier Millionen Meilen.

Nun sollte man glauben, dass, wenn der Sonnenhalbmesser nur 5·86mal jenen der Erde übertrifft und aus 201·47 Erdkugeln eine Sonnenkugel wird, so würde die Sonne, auf die Wagschale gelegt 201·47mal schwerer sein als die Erde, wenn nämlich ihre Massen gleiche Dichten haben, ist aber die Dichte der Sonne nur ein Viertheil der Erddichteinheit, so wiegen 50 Erdkugeln eben so viel als die Sonne. Zu derlei falschen Schlüssen aber wird man verleitet, wenn man nicht weiss, wie der Stein auf der Erdoberfläche fällt und die Gesetze der Schwere nicht kennt.

Folgt man aber genau der Methode, die auf die leichte Art zur Bestimmung der Sonnenmasse führt, so findet man. *)

„Wir wissen, dass die Geschwindigkeitszunahme eines frei-
„fallenden Körpers nach der ersten Secunde 9·8088 Metres ist;
„diese Zahl dient somit als Maass der Erdanziehung auf die Mas-
„seneinheit eines Körpers auf ihrer Oberfläche. Würde sich der
„Körper von dem Erdmittelpuncte 1254·544mal weiter befinden,
„das heisst in einer Entfernung sein, welche den Mittelpunct der
„Sonne von der Erde trennt, so würde die Erdanziehung, welche
„sich auf die Masseneinheit des Körpers ausübt, die Zahl 9·8088
„dividirt durch das Quadrat von 1254·544, somit durch die Zahl
„0·0000062324 repräsentirt sein."

„Die Bewegung der Erde um die Sonne erlaubt uns somit
„die Grösse der Anziehung zu finden, welche die Sonne auf die
„Einheit der Masse ausübt in derselben Distanz von ihrem Mittel-
„punct bis zur Erde. Bemerken wir dass der Umfang der Erdbahn,
„angenommen dass sie kreisförmig ist, 1254·544mal grösser ist
„als der Umfang der Erde von 40 Millionen Metres. Theilen wir
„die Länge des Umfanges dieser Bahn durch die Anzahl der Se-
„cunden des siderischen Jahres, und wir finden die Geschwindig-
„keit der Erde, welche 1592·852 Metres in der Secunde ist: theilen
„wir endlich das Quadrat dieser Erdgeschwindigkeit durch den
„Halbmesser der Erdbahn oder durch 1254·544 × 1594·205, so
„haben wir das Maass der Anziehung der Sonne auf die Massen-

*) Siehe M. Delaunay, Astronomie pour 1862, p. 566 etc.

Digitized by Google

„einheit der Erde ausgeübt; so findet man die Zahl 0·00031715 „als Maass dieser Anziehung. Nach diesem sind die von der Sonne „und der Erde ausgeübten Anziehungen auf die Masseneinheit „eines Körpers in der Distanz, welche den Sonnenmittelpunct von „der Erde trennt, die erstere durch die Zahl 0·00031715 und die „zweite durch 0·0000062324 repräsentirt; der Rapport dieser „beiden Zahlen der = 50·887 ist, wird der Rapport der Sonnen- „masse zur Erdmasse sein."

Aus dieser Bestimmung folgt nun von selbst, dass, legt man die Sonne in die eine Schale der Wage, so muss man in die andere Schale 50·887 Erdkugeln legen, damit beide Schalen in das Gleichgewicht kommen. Dasselbe Resultat erhält man — indem die Masseneinheiten sich gleich sein müssen — wenn man in die eine Schale ein Stück Stein, in die andere die Erdkugel hineinlegt.

Kennt man die Sonnenmasse, so erhält man daraus ohne Mühe die übrigen so wichtigen astronomischen Bestimmungen. (Ibid. p. 568.)

„Die Schwere auf der Oberfläche der Planeten und der Sonne „übt sich nicht überall mit gleicher Intensität aus, sie hängt zu- „gleich von der Masse der Kugel — deren Oberfläche man be- „trachtet — als auch vom Halbmesser derselben ab, d. h. von der „Distanz, welche die Oberfläche von jenem Centralpuncte trennt, „in welchem die ganze Attraction concentrirt sein könnte, ohne „dass die totale Anziehung, welche sie ausübt sich fühlbar ändern „würde Es ist nicht schwer die Intensität der Schwere auf der „Sonnenoberfläche (oder eines Planeten) zu calculiren, wenn wir „auf die zwei erwähnten Elemente Rücksicht nehmen. Machen wir „den Calcul für die Sonne."

„Ist die Intensität der Schwere auf der Erde durch *Eins* re- „präsentirt, so würde jene, welche auf der Sonne existirt durch „50·887 repräsentirt sein, wenn der Sonnenhalbmesser gleich jenem „der Erde sein würde. Aber der Sonnenhalbmesser ist 5·862338 „mal grösser als jener der Erde; die Attraction der Sonne auf „ihrer Oberfläche ist somit 34·367mal kleiner, als wenn ihr Halb- „messer gleich jenem der Erde wäre (34·367 ist das Quadrat von „5·862338). Theilt man 50·887 durch 34·367, so findet man „1·4807 als Maass der Intensität der Schwere auf der Sonnenober- „fläche. Diese Intensität ist 1·4807mal grösser als jene der Schwere „auf der Erde."

Hieraus ist somit ersichtlich, dass der Stein auf der Sonne 14·52 Metres in der ersten Secunde fällt, dass die Länge des Son- nensecundenpendels 1·4807mal die Länge des Erdsecundenpendels übertrifft, und dass auf der Sonne ein Pfund netto 47·4 Loth wiegt.

Digitized by Google

Da endlich die Dichte eines Körpers gleich seiner Masse, dividirt durch sein Volum ist, so folgt, dass die Sonnendichte 0·25 der Erddichteeinheit ist.

Wir haben dieses Beispiel genau nach dem Vortrage des citirten Autors gegeben, damit der Leser sich überzeuge, wie die Tiefe des Raisonnements durch die Eleganz des Styles erhöht wird?

Als später Kepler die Sonne bis auf 7 Millionen Meilen von der Erde weggeschoben hat, haben sich auch die hier vorgeführten Bestimmungen darnach gehalten. Kepler hat diese Elemente der Sonne nicht calculirt, indem er die Fall- und Attractionsgesetze nicht gekannt hat, denn sonst hätte er sogleich das Gesetz der Massen und Schweren aufgestellt und einfach gesagt: „die Quadrate der Geschwindigkeiten verhalten sich wie die Würfel der Entfernungen dividirt durch die Massen.“

Ob aber auch diese Art leichter Bestimmungen allgemein oder nur speciell für die Erde giltig sind? Das ist eine andere Frage. A priori sollte man glauben, dass die Masse, Dichte und Schwere der Sonne dieselben sein müssen, für welch immer einen Planeten, also für Mercur ebenso wie für Neptun und für den Bewohner welch immer eines Weltkörpers.

Da der Leser bereits informirt ist, wie leicht man calculirt, so kann er z. B. die Application der Methode auf Venus versuchen. Von diesem Planeten heisst es, dass sein Volum, Masse, Dichte und Schwere fast genau dieselben als jene der Erde sind; woraus folgt, dass sie gleichfalls Einheiten vorstellen. Seine Entfernung von der Sonne aber ist um 10,577156 Meilen kleiner als jene der Erde; seine siderische Umlaufszeit nur von 224·7008 Tagen, folglich seine Geschwindigkeit in der elliptischen Bahn 8·94971 Meilen oder 35798·84 Metres in der Secunde.

Aus diesen genauen Elementen wird demnach ein hesperischer Astronom nach dem Quadratgesetz, welches natürlich für das Universum giltig sein muss, folgende unumstössliche Resultate leicht herauscalculiren:

Masse der Sonne 282950 Erd- oder Venusmasseeinheiten.

Schwere auf der Sonne 22·53 Venusschwereinheiten.

Dichte der Sonne 0·2 Venusdichteinheiten.

Fall der Körper auf der Sonnenoberfläche in der ersten Secunde 110·4 Metres.

Länge des Secundenpendels 22·5 Metres.

Eine Tonne wiegt auf der Sonne 22·5 Tonnen.

Aus welchen Daten es ersichtlich wird, wie Attractions- und Fallgesetze sich mit den Entfernungen, Umlaufszeiten und Geschwindigkeiten harmonisch paaren?

Digitized by Google

Ueberschreitet man die Grenze der Beobachtung, so tritt man in das Reich der Ideen, und nachdem die Ideen auf diese Art entschieden die Stelle des Wissens einnehmen, so hängt der Werth des theoretischen Theiles einer Wissenschaft von ihrem Werthe ab. Unter diesem Titel muss man daher reiflich erwägen, welchen Ideen man vernunftgemäss in eine Wissenschaft Eingang gewähren kann?

Wir sehen, dass die Astronomie reich ist an Ideen, welche unabhängig von der Beobachtung selbst dann noch aufrecht erhalten werden, wenn der Grund ihres „Seins" schon längst aufgehört hat. Aus dieser Ursache haben wir so viel Mühe, uns gegen das beständige Anstürmen dieser Ideen zu vertheidigen, wodurch ein ruhig fortgesetztes Studium fast unmöglich gemacht ist.

[18.] Die Bewegung der Sonne ändert die beobachteten Himmelssphänomene nicht, diese zeigen sich ebenso heute, wie sie sich immer gezeigt haben. Man könnte somit sagen, dass in gewisser Beziehung die practische Astronomie durch die Erkenntniss der Sonnenbewegung nicht viel gewonnen hat, indem sie sich doch nur an das Scheinbare zu halten hat. Die Phänomene aber, insbesondere jene der Bewegung, werden erst durch die Kenntniss der Sonnenversetzung begreiflich und auch verständlich, die Auffassung ihrer Bedeutung ermöglicht, wodurch wieder die practische Astronomie in die Lage kommt, endlich auch wissen zu können, was sie eigentlich beobachtet?

Die Sonnenbewegung bedingt einen Uebergang, eine andere Ordnung oder Reihe von Ideen, als welche man sich, verleitet durch die Vorstellung ihrer Fixität, von der Bewegung der Himmelskörper, überhaupt aber von der Himmelsmechanik gemacht hat. Die Erkenntniss des grossartigen Phänomens, die Versetzung des Sonnensystems im Raume, erfordert ihrerseits gründliche Studien, in Folge deren der theoretische Theil der Wissenschaft eine gänzlich veränderte Gestalt annehmen wird.

So z. B. sind die Ideen, welche man sich über die Himmelsmechanik, über die Natur der allgemeinen Anziehung, über die Action der Schwere oder der Attraction gemacht, und unglücklicherweise durch einen oberflächlichen Unterricht verbreitet hat, selbst mit einer fixen Sonne unverträglich; weiss man aber, dass die Sonne sich bewegt, so entstehen andere, von den gegenwärtigen abweichende Begriffe, aus der Reihe welcher wir einige bemerken wollen.

a) Die Planeten hatten ursprünglich schon ihre eigene Bewegung, welche mit der Attraction nichts gemein hat; ihre Rotations- und Circulationsbewegung sind von der Anziehung unabhängig.

Digitized by Google

b) Die Bewegung eines Weltkörpers im Raume ist nothwendigerweise eine revolutive, eine kreisende; die Planeten beschreiben ihre primitiven Revolutionscurven unabhängig von der Attraction, welche somit zur Bestimmung der Grösse und Figur der ursprünglichen Curve nichts beigetragen hat.

c) Die Planeten befanden sich von jeher in ihrer gegenwärtigen Entfernung von der Sonne, sie näherten sich somit dieser nicht in einer geraden Linie, woraus folgt, dass auch ihre Distanzen unabhängig von der Anziehung sind.

d) Es sind somit Bewegung und deren Richtung, Geschwindigkeit, Grösse und Figur der Revolutivcurve und Entfernung von der Sonne zugleich entschieden und durch eine primitive Impulsion, ohne Dazwischenkunft der Attraction, hervorgebracht und bestimmt worden.

e) Die Planeten vollbringen ihre periodischen Revolutionen in dem Raume, welcher sie von der Sonne trennt; diese Periode ist eine scheinbare und bezieht sich auf die relative Stellung des Planeten zu Sonne. Da der Halbmesser ihrer sogenannten Bahnen nicht die Sonnenferne ist, so können sie auch nicht *um* die Sonne kreisen, aber sie kreisen während sie der Sonne nachfolgen, sie kreisen um jene Linie, welche die sich fortbewegende Sonne beschreibt.

f) Die Bewegung der Sonne ist die Bewegung ihres Systems; die Geschwindigkeit der Sonne ist die Geschwindigkeit ihres Systems. Alles was zu diesem System gehört, nimmt an dieser Bewegung Theil ohne seine eigene zu ändern, ohne seine Entfernung zu wechseln. Die wichtigsten Folgen der Versetzung des Systems sind:

g) Die Erhaltung des Systems selbst in seiner Unveränderlichkeit. Dies ist das Werk der Sonnenanziehung. Dass alle zu ihrem Systeme gehörigen Weltkörper von ihr stets in derselben Entfernung bleiben, ist das Werk der Attraction. Dass alle diese Körper mit derselben Geschwindigkeit der Sonne folgen, ist das Werk der Attraction, woraus dann folgt, dass ihre Action für alle dieselbe ist, so gut für Mercur als für Neptun, denn der entfernteste Körper folgt der Sonne eben so wie der nächste. Die Planeten erhalten somit eine additionelle Geschwindigkeit, welche sich ihrer ursprünglich erhaltenen als Führungsgeschwindigkeit hinzufügt.

h) Alles, was wir bisher bemerkten, bezieht sich gleichfalls auf die Satelliten der Planeten; da jedoch diese mehr von ihren Planeten als von der Sonne (direct) abhängig sind, wird sowohl ihre Bewegung als auch ihre Geschwindigkeit complicirt. Sie folgen ihren Planeten und mit diesen der Sonne; ihre eigene Geschwin-

Digitized by Google

digkeit wird um jene ihres Planeten und um jene der Sonne zugleich vergrössert.

i) Die ursprünglichen Revolutivcurven der Planeten verändern sich in Folge der Sonnenführung in Spirale; diese verlängern sich im Verhältniss der Ausdehnung der ursprünglichen Curve und der Sonnengeschwindigkeit. Je grösser die Revolutivcurve, desto kleiner die Elongation der Spirale etc.

Welche immer die Verlängerung der Revolutivcurve sei, ihr Effect auf den Sternhimmel ist derselbe, jeder Spiralring repräsentirt einen projicirbaren Kreis. So wie die Eigengeschwindigkeit des Planeten um jene der Sonne vergrössert ist, so ist auch seine sogenannte Bahn genau um dieselbe Quantität Linearraumes vergrössert, welchen die Sonne während seiner Revolutivperiode durchgelaufen ist.

k) Weder die zugewachsene Geschwindigkeit, noch die Umwandlung der ursprünglichen Revolutivcurve und ihre Vergrösserung afficiren die Revolutivperiode, welche dieselbe bleibt, d. h. sie ist die ursprüngliche. Somit bezieht sich die vermehrte Geschwindigkeit einzig und allein auf die Längenausdehnung der Curve, auf ihre Transformation in die Spirale, sie verwendet sich, um den gleichfalls vergrösserten Raum durchzufliehen.

l) Die Grösse oder der Durchmesser der Revolutivcurve des Planeten ist durch die gleichförmige Führung nicht verändert. War diese Curve ursprünglich ein Kreis, was wahrscheinlich ist, so bleibt ein Spiralring central gesehen ein Kreis, der seinen Diameter beibehält, und alle in das Unendliche auf einander folgenden Ringe haben dieselben Dimensionen. Wir haben bereits bemerkt, dass die Projection eines Spiralringes auf das Firmament genau dieselbe ist, welche man sich als Projection einer in sich selbst rückkehrenden Curve vorstellt; eine solche verlängerte Spirale wird sich somit als jede andere kreisartige Curve projiciren. Dass diese Projectionen auf dem Firmament sich ebenso versetzen, wie die Spiralringe sich im Raume versetzen, ist selbstverständlich.

m) Die Bewegung der Weltkörper setzt sich in das Unendliche fort, sie findet in drei Richtungen zugleich statt, welche die drei Dimensionen des Raumes vorstellen. Es ist begreiflich, dass diese Körper nie mehr an die Stelle — im Raume — zurückkehren können, die sie einmal eingenommen und verlassen haben, dass sie den zurückgelegten Weg nicht wiederholt durchmachen, wie dies der Fall wäre, wenn sie einen geschlossenen, in demselben Raum verbleibenden Kreis beschreiben würden, oder was dasselbe ist, wenn ihre Circulation um einen fixen Mittelpunct statt hätte.

n) Die ursprüngliche Curve — wahrscheinlich einfacher Krümmung — eines Planeten ist durch die Sonnenbewegung in eine

Digitized by Google

Linie doppelter Krümmung umgewandelt, d. h. aus einer einfachen Curve entsteht eine doppelte, aus einem Kreise werden zwei. Die Planeten und Satelliten beschreiben somit während ihres fortgesetzten Laufes zwei scheinbare Kreise, welche senkrecht auf einander sind. Diese beiden Curven sind mit einander eng verbunden, beide werden zu gleicher Zeit durchgelaufen und diese Zeit, welche der Körper verwendet, um *einen* Doppelring zu beschreiben, kann seine Umlaufszeit genannt werden. Die beiden Curven können in Grösse verschieden sein, von einander abweichende Dimensionen haben; während die eine, die kleinere z. B. die ursprüngliche Revolutivcurve vorstellt, ist die andere die durch die Sonnenbewegung vergrösserte erstere Curve. Beide Curven bringen den ihnen eigenthümlichen Effect hervor; der grössere Kreis ist von den Sternen vollständig angezeigt. Für die Erde ist er jener, welcher gegenwärtig für ihre Bahn gehalten ist; obwohl nun dieser Kreis durch die Sonne und ihre scheinbare Ecliptik gleichfalls angedeutet ist, so bezieht er sich dennoch nur auf den gestirnten Himmel, indem die Erde während ihrer Circulation in der Gegenwart der Sonne verbleibt, oder was dasselbe ist, weil die Erdbewegung im Ganzen in der Richtung der Sonnenbewegung vorgeht. Der zweite, der kleinere Kreis hingegen, ist vollständig von der Sonne angedeutet, ohne dass er von den Sternen eben so und direct angezeigt sein würde, diese ist jene, welche wir als die ursprüngliche Revolutivcurve betrachten. Den grossen Kreis haben wir bereits hinlänglich kennen gelernt, wir haben gesehen, dass er nicht nur die Ecliptik, sondern auch die Acceleration der Sterne hervorbringt. Der zweite, heute noch unbekannte Kreis, ist der eigentliche Gegenstand unserer Studien.

Es ist wohl Jedermann bekannt, dass eine Linie doppelter Krümmung nicht in einer Ebene liegen kann und folglich durch die Planetenbahnen keine Ebenen denkbar sind, welche sich nur auf Linien einfacher Krümmung beziehen. Aus diesen Bemerkungen wird es ersichtlich, wie die Bewegung den ihr zukommenden ersten Platz behauptet und die Attraction auf den zweiten setzt. Wenn aber für die beobachtende Wissenschaft die Bewegung den ersten Rang einnimmt, so folgt daraus nicht, dass man die grosse Idee der allgemeinen Gravitation aufgeben soll. Ganz im Gegentheil sind wir der Meinung, dass die Studien über die Universalkraft „Anziehung“ genannt, ohne Unterbrechung fortgesetzt werden sollen.

[19.] Ueber die physische Beschaffenheit der Sonne kann man recht viele und auch schöne Dinge sagen, aber wenig wissen. Was die Beobachtung erzielen kann, ist beiläufig das, was sie an

Digitized by Google

dem 410 mal näheren Mond erzielt hat, eine Art Topographie der Oberfläche.

Das merkwürdigste an diesem ungeheuren, wundervollen Weltkörper ist sein Licht und seine mit diesem Lichte verbundene Wärme. Die vergleichenden Forschungen über die Intensität des Lichtes, sei es in Bezug auf die verschiedenen Theile der uns zugewendeten Sonnensphäre, oder in Bezug auf andere leuchtende Körper, haben noch zu keinen wahrhaft instructiven Resultaten geführt.

Um dieses erstaunliche Phänomen, dieses Licht und Wärme ausstrahlende Wesen aufzufassen, mangelt jede Analogie; die irdischen Dinge sind verschwindend klein und kein Vergleich mit selben möglich. Eine in Conflagration, Combustion, Ignition oder Incandescenz sich befindende Materie, ein Weltkörper in glühend brennbarem Zustande würde nicht von langer Dauer sein, wenn man auch diese Dauer mit der Grösse des Körpers und seiner Masse im Verhältniss annimmt; eine Temperatur aber, welche die Wirkung der Sonne hervorbringen sollte, würde die Cohäsion der Materie aufheben. Aus dieser Ursache scheint man das Sonnenlicht durch die Vorstellung einer Photosphäre oder durch eine leuchtende Hülle (Atmosphäre), welche demnach ausser der an sich opaken Sonnenkugel sich befinden soll, erklären zu wollen. Diese Anschauung lässt aber die Frage noch immer aufrecht, ist die Dauer des Lichtes und der Wärme begrenzt? ist sie vergänglich, endlich, wie das auf der Erde hervorgebrachte Licht und die Wärme sind, oder ist sie unendlich, ewig?

Ohne von der Natur des Sonnenlichtes und der Wärme irgend etwas zu wissen, hat der Mensch dennoch entschieden, dass die Intensität beider nach dem Quadrate der Entfernung abnimmt.

Von den verschwundenen oder unsichtbar gewordenen Sternen sagt man, dass ihr Licht erloschen ist; von jenen, welche als neu erscheinen, dass sie leuchtend geworden sind; wenn demnach die Sterne, welche eben so viele Sonnen sind, erlöschen können, so kann dies die Sonne auch; in diesem Falle ist kein Organismus mehr auf den Planeten, das System aber bleibt unverändert in Stellung und Bewegung. Die Anschauung über das Auslöschen und wieder Entzünden hat Newton zu der Idee geführt, dass die Cometen Lichtträger sind und von Sonne zu Sonne in der lobenswerthen Absicht herumreisen, um eine erloschene Lampe wieder anzuzünden.

Man kann im Allgemeinen davon überzeugt sein, dass jede Veränderung *in* und *an* der Sonne, sei diese physisch oder mechanisch, von allen zu ihrem System gehörigen Körpern gleich mit-

Digitized by Google

empfunden werden wird, woraus folgt, dass ihr Geschick von jenem ihres Chefs abhängig ist.

Die Materie ist nicht vergänglich (périssable), sie ist aber Aenderungen — Modificationen, Uebergängen, Transformationen etc. — unterworfen, welche eine unausweichliche Folge sind der „constanten Action der Kräfte."

Besteht die Sonne aus Vulcanen in Activität, so ist es möglich, dass ihre Masse durch die auf einander folgenden Explosionen sich vermindert, wenn sie nämlich Theile ihrer Masse ausser den Bereich ihrer „Schwere" schleudert; die Folge davon ist die Verminderung ihrer Anziehung. Nimmt man umgekehrt an, dass den Weltraum eine zerstreute Materie füllt und diese sich graduell mit der Sonne vereinigt, so wächst ihre Masse und Anziehung. Die heftigen, durch die Explosionen verursachten Rückstösse können die Rotation der Sonne sowohl in Richtung als auch in Dauer verändern, ihre Translationsgeschwindigkeit kann vergrössert oder vermindert werden etc.; alle diese vorstellbaren Veränderungen werden in Bezug auf die Planeten und ihre Satelliten analoge Aenderungen herbeiführen. Diese Betrachtungen haben mit den bisher gemachten Beobachtungen nichts gemein, aber die verschiedenen Variationen, welche man periodische oder seculäre Störungen nennt, erregen Nachdenken, sie enthalten den Grund einer sehr ernsten Frage, welche wieder eine gründliche Prüfung erheischt, und diese Frage ist: können die Planeten ihre Bahnen oder ihre Geschwindigkeiten ändern, unabhängig von den physischen oder mechanischen Aenderungen, welche an der Sonne vorgehen, einzig und allein in Folge der Attraction?

[20.] Nachdem man, in Folge der gegenseitigen Anziehung, die Störungen aufgestellt hat, bleiben die auf diese Art hervorgebrachten Unregelmässigkeiten, Ungleichheiten etc. ohne Nachweis (Controle), man begnügt sich, ein grosses Princip ausgesprochen zu haben. Es wird gelehrt, dass die Planeten sich gegenseitig stören und dass z. B. die von den Planeten beständig gestörte Erde ihre Bahn stets ändert; fragt man aber, worin diese Störungen und Bahnveränderungen bestehen, so findet man, dass sie in der Wirklichkeit nicht da sind, indem die gleichförmige Bewegung der Erde erkennbar ist, so wie auch die Dauer ihrer Perioden constant bleibt; die scheinbaren Störungen können demnach nur die durch die Sonnenbewegung hervorgebrachten perspectivischen Erscheinungen sein.

Laplace hat bewiesen, dass alle Elemente der planetarischen (elliptischen) Bewegung veränderlich sind, ausgenommen die grosse Axe der Bahn und in Folge dieser die Dauer der Revolution, welche nur sehr kleinen Variationen unterworfen ist. Hierauf

Digitized by Google

gründet sich das Axiom, dass die Planeten sich mit einer gleichförmigen Geschwindigkeit bewegen. Sind aber diese beiden Dinge anerkannte Thatsachen, was bleibt für die Perturbation übrig?

Nach der Theorie beziehen sich die periodischen und seculären Variationen auf die Excentricität, auf die Perihelie, auf die Knoten und die Neigungen der Planetenbahnen, d. h. auf die Veränderungen der Elemente der elliptischen Bewegung und der Stellung der Bahnen.

Ist die Sonne festgemacht, so sind es die Bahnen, ihre Axen und ihre Ebenen, welche in verschiedene Stellungen kommen; diese sind jenen Variationen unterworfen, welche nicht begriffen sind und somit eingebildeten Ursachen zugeschrieben werden. Bewegt sich aber die Sonne und gibt es keine grossen und kleinen Axen, keine Bahnebenen, kein Perihel etc., was wird aus der Theorie?

Die allgemeine Versetzung der Weltkörper im Raume, das ununterbrochene Sichfortbewegen des Sonnensystems — eine ewige Reise ohne Rückkehr — geben eine andere Idee über die seculären Variationen: sie lehren uns, dass gewisse Aenderungen gleichfalls fortdauernd und ewig sind, und dass die alte, die frühere „Ordnung“ — von welcher man ohnehin keinen Begriff hat — sich nimmermehr wieder herstellt. Was die relativen Stellungen der Körper des Systems anbelangt, so können diese periodisch dieselben werden, nie aber kehren sie wieder auf ihre frühere Stelle zurück; weder in Bezug auf den Raum, noch in Bezug auf den Sternhimmel oder die Sterne selbst, und nie wird eine genau constatirte Aenderung in Bewegung und Stellung, wenn die Aenderung eine Realität ist, so wie es Geschwindigkeit, Entfernung, Neigung der Bahn etc. sind, sich wieder — umändern.

Wenn aber z. B. die Excentricität sich ändert, oder was dasselbe ist, die kleine Axe der Bahn ab- oder zunimmt, und die grosse Axe unverändert bleibt, so muss sich wohl die Bahngrösse, ihr Umfang ändern und die Aenderung der Geschwindigkeit folgt von selbst, wenn die Revolutionsdauer gleichfalls unverändert bleibt.

Was verursacht nun die Acceleration der Mondesrevolution, welche also eine Ausnahme von der Regel ist, wo ist das *Warum* dieses Phänomens?

Arago sagt über diesen Gegenstand (III. p. 381, 382):

„Vergleicht man dieses Resultat — die Acceleration der „Mondesumlaufszeit — mit den physischen Ursachen, welche den „himmlischen Bewegungen vorstehen, so erregt es Erstaunen. Es „ist in der That unmöglich, dass ein Gestirn um das andere sich

Digitized by Google

„mit einer grösseren Schnelligkeit bewegt, ohne dass seine Ent-
„fernung von diesem nicht abnimmt.“

„Die Permanenz der kreisenden Bewegung fordert, dass eine
„Gleichheit da sei zwischen der Quantität, mit welcher der krei-
„sende Körper gegen das Centralgestirn in Folge seiner anziehen-
„den Action in einer Secunde fällt, eine Quantität, welche zu-
„nimmt, wenn die Distanz abnimmt, und zwischen der Centrifugal-
„kraft, welche zu gleicher Zeit den circulirenden Körper von dem
„Centralpunct zu entfernen trachtet. Diese Centrifugalkraft nimmt
„nothwendigerweise mit der Geschwindigkeit zu.“

„Man sieht hieraus, dass eine schnellere Bewegung des Mon-
„des einer Verminderung der Distanz des Gestirns von der Erde
„entsprechen sollte, und dass eine unbestimmt fortdauernde Ver-
„grösserung der Geschwindigkeit einer unbestimmten Verkleine-
„rung der Distanz entsprechen würde; so dass in der letzten
„Analyse der Mond sich auf die Erde gesetzt hätte, ein Ereigniss,
„welches von entsetzlichen physischen Revolutionen begleitet
„worden wäre etc.“

Diese Ansicht bezieht sich wohl auf die fixe Sonne, so wie auch ein wenig auf die fixe Erde und wird durch ihre Bewegung bedeutend modificirt. Wir haben bereits erwähnt, wie Laplace bewiesen hat, dass der Beschleunigung der Mondesbewegung recht bald, in einer kurzen Zeitperiode, eine Verspätung folgen wird, woraus man ersieht, dass die Geschwindigkeit eines Weltkörpers ohne alle Veranlassung periodisch ab- und zunehmen kann: ein Umstand, der die Modification jener Begriffe nach sich zieht, welche man sich von der Bewegung und ihren Gesetzen gemacht hat.

Nach Halley's Beobachtungen und Forschungen nimmt die Umlaufszeit des Mondes fühlbar ab, was schon in der ältesten Zeit, besonders aber seit der Epoche der Kalifen durch die Beobachtungen bestätigt war; aus diesem Phänomen, dessen unbekannte Periode, wie es scheint, nicht so sehr kurz sein kann, hat man geschlossen, 1. dass des Mondes Geschwindigkeit zunimmt, und 2. dass er sich folglich der Erde immer mehr und mehr nähert. Wir finden, dass diese beiden Schlüsse nicht nothwendigerweise aus der Erscheinung selbst hervorgehen, nicht exclusiv sind und somit auch noch andere Schlüsse zulassen.

Es liegt in der Möglichkeit, dass die Bahn eines Weltkörpers, das heisst die Grösse seiner Revolutivcurve abnimmt, ohne dass die Dauer seiner Umlaufszeit die geringste Variation zeigt: in diesem Falle aber muss seine Geschwindigkeit gleichfalls abnehmen; nimmt aber die Geschwindigkeit zu, ohne dass sich die Bahn vergrössert, so wird die Dauer der Revolution abnehmen. Dies scheint der Fall mit dem Mond zu sein und weiset auf den Iso-

Digitized by Google

chronismus des Pendels hin. So könnte die ursprüngliche Revolutivcurve der Erde sich unbestimmt (indéfini) verkleinern, bis sie ein ganz kleiner Ring wird, ohne ihre Umlaufszeit zu ändern, ihre Angulargeschwindigkeit stets beibehaltend. Abstrahiren wir von den Begriffen, welche man sich von der Circulation *um* das Centrum gemacht hat, so können wir begreifen, dass eine Verkleinerung der Spiralringe constant stattfinden kann, ohne dass der kreisende Körper sich dem anziehenden nähert. Es kann somit die Bahngrösse des Mondes abnehmen, woraus folgt, dass mit Beibehaltung seiner Geschwindigkeit seine Umlaufszeit sich vermindern kann. Sei es aber wie es wolle, so ist kein Grund vorhanden, sagen zu können, dass die einmal zugenommene Geschwindigkeit wieder abnehmen kann, und umgekehrt: viel wahrscheinlicher ist, dass der eingeschlagene Weg sich fortsetzt, dass somit die Umlaufszeit des Mondes fortfahren wird abzunehmen; um jedoch den einen oder den andern Fall apodictisch annehmen zu können, müsste man die wahre Ursache der Beschleunigung kennen, und dann erst könnte man die Voraussetzung wagen, dass dieser Ursache eine Gegenursache entgegentreten kann, welche die von der Ersteren hervorgebrachte Veränderung — umändert.

Wir werden später sehen, was eigentlich die Schiefe der Ecliptik ist, und in welchem Zusammenhange diese Schiefe mit der Bewegung der Sonne und der Erde steht. Von ihr heisst es ebenfalls, dass ihre Abnahme periodisch ist und dass sie, wie Laplace sagt, drei Grade nicht überschreiten kann, eine Grenze, welche die Sonnendeclination auf $20^0\ 30'$ an beiden Seiten des Aequators anweiset: Laplace fügt hinzu, dass die Ecliptik nie mit dem Aequator zusammenfallen wird, denn würde dies sich ereignen, so würde es auf der Erde keine Jahreszeiten mehr geben. Der Schluss ist wohl richtig, denn diese hängen von der Sonnendeclination ab, und doch folgt daraus nicht, dass der endliche Zweck der allgemeinen Bewegung die Erhaltung der Jahreszeiten auf der Erde sei. Um aber peremtorisch entscheiden zu können, dass die Abnahme der Schiefe sich nach dieser oder jener Zeit in eine Zunahme umwandeln wird, müsste man seine Gründe aus den Beobachtungen holen.

Stellen wir uns vor, dass in Folge der Verkleinerung ihrer Revolutivcurve die Geschwindigkeit der Erde so abnimmt, dass die Jahresdauer dadurch sich verlängert — was eigentlich eine Voraussetzung in absurdum ist — welche Mittel besitzt die Astronomie, um ein solches Ereigniss zu constatiren? Das einzige Zeitmaass ist die Rotationsdauer, welche im Verhältniss mit der Revolutionsdauer bleibt; das Jahr wird stets aus derselben Anzahl von Tagen, so wie der verlängerte Tag immer noch aus 24 Stunden

Digitized by Google

bestehen. Weder die allmälige, kaum wahrnehmbare Verlängerung des Secundenpendels, noch die Dauer des „mittleren" Menschenalters wird das Phänomen anzeigen; wird man vielleicht durch die Präcession die Zunahme der Jahresdauer entdecken, oder durch die übrigen Bewegungen der Planeten die Spur derselben auffinden? Welche sind nun die Himmelserscheinungen, welche als Zeitmaass dienen können, im Falle die übrigen Planeten in demselben Verhältniss ihre Perioden verlängern, um eine Veränderung in der Erdgeschwindigkeit anzuzeigen? Wenn demnach das Jahr und der Tag auf Erden sich mit einer überaus grossen Langsamkeit verändern, so wird der Mensch dessen nicht sobald gewahr, wenn aber der Mond seine Geschwindigkeit beibehält, während jene der Erde abnimmt, so wird die Acceleration seiner Umlaufszeit begreiflich.

ÜBERBLICK.

Die unausweichliche, natürliche Folge der Sonnenbewegung musste die totale und vollkommene Vernichtung jener erklärenden Wissenschaft sein, welche unabhängig von den Beobachtungen, die theoretische Astronomie genannt wird.

Nach einiger Ueberlegung wird der Leser finden, dass die Gesammtheit der auf die Unbeweglichkeit der Sonne gegründeten Theorien, von sich selbst zerfallen musste, und dass die Arbeit, welche wir scheinbar zur Constatirung ihres Falles verwendeten, weder an Grösse noch an Wichtigkeit bedeutend ist. Er wird zugleich erkennen, dass die uns zu Theil gewordene Aufgabe, weder angenehm noch dankbar ist; auch betrachten wir unsere Bemühung nur als ein der Anforderung der allgemeinen Meinung gebrachtes Opfer.

Vor der Festsetzung des Systems von Copernik beurkundete sich eine Unbestimmtheit, eine Art Unentschlossenheit in den Ideen über das Sonnensystem, und trotz des von Ptolomäus aufgestellten konnte man sich doch nicht entscheiden, ist in der Wirklichkeit die Erde oder die Sonne unbeweglich? Man schwankte zwischen den beiden Vorstellungen, und die Voraussetzung, dass der Sternhimmel entweder um den einen oder den andern dieser Weltkörper sich dreht, vergrösserte die Verwirrung. Die übrigens ganz vorzüglich beobachteten und gut bestimmten Phänomene, wie z. B. die Phasen und Perioden des Mondes, die Umlaufszeiten der Erde und der Planeten, die Präcession etc. waren unfasslich, unerklärlich, unbegreiflich, und man enthielt sich wohlweise von jeder Explication. Der Himmel blieb eine, aus einem Stück bestehende,

Digitized by Google

mit Sternen ausgeschmückte Sphäre, die sich auf ihren Angeln drehet, die Sonne und Planeten circulirten um die Erde, und alle von denselben beschriebenen Curven waren Kreise.

Copernik setzt die Sonne mitten in die Himmelssphäre und macht sie fest: die Planeten mit ihren Satelliten kreisen um deren Mittelpunct, nahe in derselben Ebene, und beschreiben gleichfalls Kreise. Die Crystallsphäre wird unbeweglich, die Sterne fix, wie sie immer waren.

Die Beobachtungen häufen sich, die Wissenschaft bereichert sich mehr und mehr durch die von ausgezeichneten Männern gemachten Entdeckungen, neue Phänomene zeigen sich in Folge der Erfindung der Fernröhre, sie bleiben aber auch für die Modernen unverständlich. Distanzen und Perioden der Planeten folgen die einen aus den andern, nach dem Gesetze Kepler's, der die Kreise in Ellipsen umwandelt.

Diese sind die Grundlagen und die Elemente auf und durch welche sich die Theorien aufeinanderfolgend heranbildeten, je nachdem man ein neues Phänomen entdeckte, und dieses oder ein altes zu erklären suchte. Die Variationen in den Bewegungen und in den Stellungen der Planeten und ihrer Satelliten zeigten sich immer mehr, und zwar in einer stets wachsenden Anzahl, sie konnten aber nicht begriffen werden, indem man als bestimmt annahm, dass diese Weltkörper sich nach dem aufgestellten System und nach den gebrachten Gesetzen bewegen. So versetzte man sich in die Nothwendigkeit, alle jene Phänomene, die mit der imaginirten Ordnung, welche nach dem System herrschen sollte, nicht übereinstimmten, als Unregelmässigkeit, Anomalie etc. erklären zu müssen.

Indem die Bewegung der Weltkörper durch das System geregelt, durch die Gesetze sicher gestellt wurde, war es nicht nöthig sich auf ihr Studium zu verlegen, wenn man sich aber von der Ursache der Unordnung, welche demnach nicht durch die Bewegung hervorgebracht werden kann, Rechenschaft geben will, so muss man sie anderswo suchen; aber wo suchen? das wusste man nicht.

Newton erscheint mit seiner sublimen und zugleich colossalen Theorie der allgemeinen Gravitation. Was die Stabilität des Weltalls gewährleistet, was die Weltkörper im Raume erhält, was sie in ihren Bahnen führt etc., ist eine ungeheure Naturkraft, sie ist die Anziehung! Bleibt Newton bei diesem erhebenden Begriff stehen, begnügt er sich mit seiner ursprünglich grossen Idee, so ruhet die befriedigte Vernunft in den Gedanken, dass die Universalanziehung, die allgemeine und gegenseitige Anziehung aller

Digitized by Google

Weltkörper, die relativen und unveränderlichen Distanzen derselben bestimmt, und so eine gleichfalls allgemeine ununterbrochene Bewegung möglich macht. Newton aber geht weiter, seine rege Phantasie führt ihn zu der Idee, dass dieselbe Kraft, welche die Stabilität garantirt, und die wundervolle Ordnung und Harmonie im Weltall hervorgebracht hat, ihr eigenes Werk zerstören, somit auch Unordnung verursachen kann; dieselbe Phantasie dictirt ihm, dass alle in den Bewegungen und Stellungen beobachteten Variationen nur Unregelmässigkeiten, Ungleichheiten und nur Störungen sein können, welche die Attraction bewirkt. In Folge dieser Imagination stellt Newton seine Gesetze auf, und man kann es natürlich finden, dass er so oft in Zweifel verfiel über sein eigenes Werk. Wir haben gesehen, welchen Gebrauch oder Anwendung er selbst von diesen Gesetzen gemacht, und wie seine Nachfolger die Attraction zu der Erklärung der Phänomene verwendet haben. Wir haben gefunden, dass die aufgestellten Theorien den evidenten Beweis liefern, dass der Mensch absolut unfähig ist, sich von dieser Naturkraft — Attraction — eine klare Vorstellung zu machen.

Die Sonne ist noch immer fix, und es ist ganz gleichgiltig, welche Ideen immer man sich von den Veränderungen in der Bewegung macht; aber die ungeheure Entdeckung musste gemacht werden, dass die Sonne nicht fix ist; dieser folgen andere Entdeckungen, aus welchen klar hervorgeht, dass im Weltall sich Alles bewegt, und dass es ganz unmöglich ist, dass im Raume irgend etwas regungslos sei. Dieses ist das Licht, welches die Sphäre der erklärenden Wissenschaft beleuchten soll, man hat es nicht verstanden, nicht beachtet, und ging seinen eingeschlagenen Weg fort; die sich bewegende Sonne kann das System nicht verändern, und die auf ihre Unbeweglichkeit gebauten Theorien mussten aufrecht erhalten werden.

Es scheint somit, dass der Gedanke abdicirt hat, und dass die forschende, untersuchende Vernunft beseitigt wurde; man fuhr fort sich mit dem blinden Mechanismus zu unterhalten, man suchte die evidenten Beweise der eingebildeten Theorien, mit welchen der Himmel nichts gemein hat, durch das Gruppiren und durch die Combination der Ziffern und der Zahlen. Würde der eine oder der andere der grossen Geometer — Gesetzgeber des Universums — sich die Mühe genommen haben, ein wenig nachzudenken, so hätte er bemerken können, dass die Sonne auf ihrem Weg nicht alle geschlossenen Curven, deren Axen und invariablen Ebenen mit sich führen kann; er hätte bemerken können, dass das sich bewegende Weltall im Stande sein könnte, in seine Coordinaten eine kleine Verwirrung zu bringen.

Digitized by Google

Die grossartigen Arbeiten wurden — mit einigen Ausnahmen — mehr um die Eitelkeit zu befriedigen, gemacht, als in der Absicht die Wissenschaft zu erweitern. Der Zweck ist erreicht, denn nun ist die Astronomie selbst an ihrer Reihe — unbeweglich gemacht. Frägt man in der That, in was und in wie weit die theoretischen Investigationen der grossen Geometer, zur Ausbreitung, zur Entwickelung, oder zur reellen Bereicherung der Astronomie beigetragen haben? so sucht man vergebens das Resultat; es wird aber behauptet, dass sie zu der Vervollkommnung der Tafeln gedient haben. Diese Tafeln entfliessen aber direct aus den Beobachtungen, welche nothwendigerweise von Zeit zu Zeit wiederholt werden müssen, indem nach einer gewissen Zeitperiode die Tafeln unbrauchbar werden, weil das Sonnensystem sich beständig versetzt, weil das Universum sich fortbewegt und endlich die allgemeine Versetzung in das Unendliche vor sich geht. Haben somit die grossen Geometer die Wissenschaft nicht vorwärts gebracht, so haben sie dafür die Astronomen in eine sehr gut beobachtbare Verwirrung versetzt, sie haben deren Ideen über Bewegung, Anziehung und überhaupt über die Himmelsmechanik auf einen Irrweg geführt, aus welchem sie Mühe haben werden, sich herauszufinden.

Den natürlichen Zusammenhang aller Phänomene und himmlischen Bewegungen musste man aus den Augen verlieren, und nie konnte man die Totalität der Beobachtungen zusammenstellen. So sind die Arbeiten nur unzusammenhängende Bruchstücke. Ein isolirtes Phänomen, oberflächlich beobachtet, unbekannt und unbegriffen, war hinlänglich, um darauf eine besondere, von den übrigen unabhängige Theorie zu gründen; man schleppte das Materiale zusammen, nicht um damit ein planmässiges, reguläres Gebäude aufzuführen, sondern nur um es in einen unnützen und werthlosen Haufen aufzuschichten, anzusammeln. Dies ist das Bild der heutigen erklärenden Wissenschaft.

Aus unseren Studien soll es hervorgehen, dass der Himmelsmechanismus nicht von jener Einfachheit ist, welche ihm die Geometer zugeschrieben haben, und dass, je tiefer man in die Betrachtungen eingeht, die Complication um so mehr wächst. Indem die allereinfachsten Begriffe und die Elementarnotionen es sind, welche allein diese Complicationen erkennen lassen, so werden wir bei unseren Studien über die wahrscheinliche Bewegung der Erde, uns strenge an sie halten; der Leser wird demnach den „wissenschaftlichen Schwierigkeiten“ nicht begegnen.

Es handelt sich hier nicht um Demonstrationen, welche so „leicht“ zu machen sind! In der That, zu was hätte der Mensch seinen Geist, wenn er nicht Alles, und so wie er will beweisen

Digitized by Google

könnte? Die wenigen Zahlen welche wir finden werden, erscheinen gleichsam von sich selbst; es handelt sich somit auch nicht um den Calcul, der nur nach genauen Beobachtungen zu führen ist; aber am wenigsten handelt es sich um Determinationen, indem die Astronomie der Kenntniss der Wirklichkeit nur durch ein anhaltendes Studium des Scheinbaren sich nähern kann. Aus diesem Grunde kann das Resultat unserer Studien nur als eine erste, rohe Annäherung zu einer Realität betrachtet werden, welche stets der Gegenstand unerschöpflicher und endloser Untersuchungen bleibt. Es handelt sich demnach hier, nebst der Bewunderung der Natur, die Bedeutung ihrer Phänomene verstehen zu suchen.

Die bis auf unsere Tage entdeckten und beobachteten Erscheinungen der Himmelsbewegungen enthalten wahre Schätze, eine überaus wichtige Lehre; sie lassen Schlüsse zu, welche die Theorie in ihrem gegenwärtigen Zustande aus ihnen nicht ziehen kann, indem sie sich von den wichtigsten Phänomenen einerseits unabhängig gemacht, andererseits aber sich ihnen entgegengestellt hat.

Digitized by Google

TAFEL I.

ENTFERNUNG DER SONNE.

Sonnen-Halb-messer	Sonnen-Durch-messer	Sonnen-Parall-axe	Entfernung		
			in Sonnen-radien	in Erd-radien	in Meilen von 4000 Metres.
16′17″29	1954″58	8″7211	211·058	23651·1	37,704890
16 16·5	1953·00	8·7141	211·228	23670·3	37,735270
16 16·0	1952·00	8·7096	211·338	23682·6	37,754600
16 15·5	1951·00	8·7051	211·446	23694·6	37,774000
16 15·0	1950·00	8·7007	211·558	23706·7	37,793300
16 14·5	1949·00	8·6962	211·662	23718·8	37,812720
16 14·0	1948·00	8·6918	211·772	23731·0	37,832100
16 13·5	1947·00	8·6873	211·880	23743·2	37,851550
16 13·0	1946·00	8·6828	211·988	23755·4	37,871000
16 12·5	1945·00	8·6784	212·100	23767·8	37,890500
16 1·5	1923·00	8·5802	214·524	24039·6	38,324000
16 1·0	1922·00	8·5758	214·636	24052·0	38,343860
16 0·5	1921·00	8·5713	214·748	24064·6	38,364000
16 0·0	1920·00	8·5668	214·860	24077·1	38,383800
15 59·5	1919·00	8·5624	214·972	24089·6	38,403500
15 59·0	1918·00	8·5579	215·084	24102·1	38,424000
15 50·0	1900·00	8·4776	217·1208	24330·6	38,788000
15 49·5	1899·00	8·4732	217·2358	24343·4	38,808320
15 49·0	1898·00	8·4687	217·3508	24356·2	38,828770
15 48·5	1897·00	8·4643	217·4658	24369·0	38,849240
15 48·0	1896·00	8·4598	217·5808	24381·9	38,869730
15 47·5	1895·00	8·4554	217·6958	24394·8	38,890240
15 47·0	1894·00	8·4510	217·8106	24407·6	38,910770
15 46·5	1893·00	8·4466	217·9254	24420·5	38,931320
15 46·0	1892·00	8·4421	218·0401	24433·4	38,951900
15 45·5	1891·00	8·4376	218·1548	24446·4	38,972500
15 45·0	1890·00	8·4331	218·2695	24459·3	38,993120

Digitized by Google

TAFEL II.

ENTFERNUNGEN DES MONDES.

Mondes-Halb-messer	Mondes Parall-axe	Entfernung			
		in wahren Mond-radien	in Sonnen-radien	in Erd-radien	in Meilen von 4000 Metres.
16 17"29	3580"5	211·058	0·514080	57·6210	91838·7
16 16·5	3577·6	211·228	0·514498	57·6545	91913·0
16 16·0	3575·7	211·338	0·514760	57·6840	91960·1
16 15·5	3573·9	211·446	0·515020	57·7135	92007·2
16 15·0	3572·1	211·558	0·515288	57·7431	92054·4
16 14.5	3570·3	211·662	0·515552	57·7728	92101·7
16 14·0	3568·4	211·772	0·515820	57·8025	92149·0
16 13·5	3566·6	211·880	0·516082	57·8320	92196·3
16 13·0	3564·7	211·988	0·516346	57·8618	92243·6
16 12·5	3562·9	212·100	0·516620	57·8916	92291·0
16 1·5	3522·6	214·524	0·522522	58·5539	93347·0
16 1·0	3520·8	214·636	0·522794	58·5843	93395·4
16 0·5	3518·9	214·748	0·523066	58·6156	93444·1
16 0·0	3517·1	214·860	0·523340	58·6454	93492·8
15 59·5	3515·3	214·972	0·523612	58·6760	93541·5
15 59·0	3513·4	215·084	0·523886	58·7067	93590·5
15 50·0	3480·5	217·121	0·528840	59·2628	94476·9
15 49·5	3478·7	217·236	0·529120	59·2940	94526·7
15 49·0	3476·9	217·351	0·529400	59·3253	94576·5
15 48·5	3475·1	217·466	0·529680	59·3566	94626·3
15 48·0	3473·3	217·581	0·529960	59·3879	94676·2
15 47·5	3471.5	217·696	0·530240	59·4192	94726·1
15 47·0	3469·6	217·811	0·530520	59·4506	94776·2
15 46·5	3467·7	217·925	0·530800	59·4820	94826·3
15 46·0	3465·9	218·040	0·531080	59·5134	94876·4
15 45·5	3464·1	218·155	0·531360	59·5448	94926·6
15 45·0	3462·2	218·270	0·531640	59·5764	94976·8

Digitized by Google

TAFEL III.

DIE MONDESFERNEN IN DEN ÄUSSERSTEN GRENZEN.

Diameter des Mondes	Parall-axe des Mondes	Entfernung			
		in Mondes-Diametern	in Sonnen-radien	in Erd-radien	in Meilen von 4000 Metres
2011"2	3684"2	102·560	0·499600	55·9870	89258·2
2002·0	3663·7	103·132	0·502400	56·2996	89753·0
1990 0	3644·4	103·650	0·504920	56·5826	90204·0
1980·0	3626·9	104·174	0·507480	56·8681	90659·7
1970·0	3608·7	104·703	0·510040	57·0386	91120·0
1960·0	3590·4	105·237	0·512660	57·4486	91585·0
1860·0	3407·3	110 890	0·540220	60·5370	96508 0
1855·0	3398 1	111·200	0·541680	60·7010	96769·0
1850·0	3389·0	111·500	0·543140	60·8640	97030·0
1845·0	3379·8	111·790	0·544600	61·0280	97293·0
1840·0	3370·6	112 100	0·546080	61·1930	97558·0
1835·0	3361·4	112·410	0·547580	61·3620	97824·0
1830·0	3352·3	112·710	0·549080	61·5300	98091·0
1825·0	3343·1	113·020	0·550580	61·6980	98360·0
1820·0	3334·0	113 330	0·552090	61·8670	98630·0
1816·6	3326·6	113·582	0·553300	62·0040	98847·0
1806·6	3308·3	114·210	0·556380	62·3501	99394·3
1796·6	3290·0	114·845	0·559460	62·6944	99948·0
1786·6	3271·7	115·490	0·562610	63·0454	100507·0
1776·6	3253·4	116·140	0·565760	63·4032	101073·0
1766·6	3236·1	116·760	0·568780	63·7378	101611·0

Digitized by Google

DIE ERDE

UND IHRE BEWEGUNG.

[1.] Sagen wir, dass die Astronomie eine irdische Wissenschaft ist, so wollen wir dadurch ausdrücken, dass man den Himmel und seine Erscheinungen nicht anders studieren kann, als diese sich der Erde zeigen. Die Astronomie ist demnach keine eigentliche Himmelskunde, sie besteht aus den Begriffen, welche man sich über das Scheinbare am Himmel macht.

Jeder im Raume sich bewegende Weltkörper hat seinen Himmel und dessen Erscheinungen für sich, jeder uns sichtbare Lichtpunct des Firmaments hat seine Himmelssphäre mit anderen Constellationen und Sterngruppen, welche sich für ihn gestalten, jeder Punct sieht von dem unendlichen Weltall wieder nur ein kleines Bruchstück, einen Punct im Vergleiche zum Ganzen. Das von der Erde aus Sichtbare bezieht sich demnach auf die Erde allein und ist ein Punct des Universums. Hieraus wird es deutlich, dass kein Punct im endlosen Raume denkbar ist, von welchem aus das Weltall wahrnehmbar sein könnte und von welchem Puncte immer des Universums der Himmel betrachtet und studiert wird, überall nur ein sehr kleiner Theil und zwar in veränderter Ansicht erscheint. Die Unmöglichkeit sich vom Weltall einen Begriff zu machen ist somit einleuchtend und wenn der Mensch aus dem, was von der Erde aus wahrnehmbar ist, Schlüsse auf das Universum zieht, so können diese Schlüsse sich nie auf Kenntnisse, sondern einzig und allein auf die Imagination beziehen.

Der kleine uns sichtbare Theil des Weltalls ist aber für uns an sich schon eine Unendlichkeit, und was man von dem gestirnten Himmel zu kennen und zu wissen glaubt ist das Werk der Einbildung.

Damit der forschende Geist einen Anhaltspunct finde, muss er das Unerreichbare verlassen und einen übersehbaren, begrenzten Raum für seine Thätigkeit suchen. Das Sonnensystem, selbst wieder ein Punct in Bezug auf den sichtbaren Himmel, bietet sich als ein Object möglicher Studien dar und dennoch ist das, was man heutzutage „erworbene, reelle Kenntnisse," „anerkannte Wahrheiten," „entdeckte Gesetze," „enthüllte Geheimnisse des

Digitized by Google

Himmels“ etc. nennt, wie wir dies gesehen, grösstentheils die Frucht der Einbildung.

Der Raum muss somit noch mehr verengt, mehr zusammengedrängt werden, der Geist muss bis zur Erde herab und sich an diese selbst halten, denn, ohne das zu kennen, was unsere Wohnstätte zum Weltkörper bildet und stempelt, kann man zur Kenntniss jener Phänomene nicht gelangen, welche das Sonnensystem zeigt. Auf diese Art erhalten wir eine Differentiale gleich Zero und es handelt sich darum, ob man sie auch integriren kann?

Was wird aber aus der Grösse des Menschen, des ephemeren Productes der vielleicht selbst ephemeren Erde? Mit einigem Nachdenken wird er das Maass — nicht des Himmels oder des Universums, sondern — seiner Schwäche finden.

[2.] Alles der Erde vom Himmel sichtbare ist Perspective. Keine absolute Richtung, keine Orientirung im Raume; die allgemeine Bewegung lässt höchstens einen momentanen Anhaltspunct zu. Alles, was sich im Raume bewegt und befindet, wird durch die Projection auf einer Sphäre sichtbar, welche stets das Product unserer Vision bleibt. Jedes sichtbare Object ist demnach, sei es ein Weltkörper als Lichtpunct, sei es Bewegung etc., perspectivische Projection auf die innere Oberfläche einer scheinbar hohlen Kugel oder Sphäre, deren geometrische Eigenschaften gekannt sind und welche die Grundlage der astronomischen Beobachtungen ist.

Die Himmelssphäre an sich ist aber unsere nach allen Richtungen begrenzte Vision und so betrachtet ist wieder diese Sphäre selbst durch unsere Vision begrenzt, ihre scheinbare Ausdehnung — Grösse — hängt von unserer Sehkraft ab; könnte man diese Kraft messen, sie durch Zahlen genau ausdrücken, so würden die Dimensionen der sichtbaren Himmelssphäre bekannt sein. Je stärker die Sehkraft oder unser Auge, desto mehr dehnt sich der Himmelsraum aus und die unser Sehvermögen stärkenden Telescope vergrössern zugleich die Sphäre, vermehren ihren Inhalt. Mit der Ausdehnung der Sphäre öffnet sich eine grössere Tiefe des Himmels und die Sehwinkel breiten sich im Verhältniss der Vergrösserung aus.

Einer jeden Entfernung von der Erde entspricht somit ein anderer Kreis, eine andere Sphäre. Die Sonne bewegt sich scheinbar in einem 410mal grösseren Kreis als der Mond und wenn einer der uns nächsten Sterne 4000 mal entfernter als die Sonne ist, so wird der von ihm scheinbar beschriebene Kreis eine Million und 640000mal jenen des Mondes übertreffen etc. Wahrscheinlich hat dieser Umstand die Alten zu der Idee geführt, dass die vielen auf und nach einander folgenden Himmelssphären gleichsam die einen in die anderen wie eingeschachtelt sind; dieselbe Ideenreihe

Digitized by Google

hat die Modernen veranlasst, die verschiedenen zu einander geneigten kreisförmigen Bahnen der Planeten sich so vorzustellen, als hätten sie Ebenen, welche sich in verschiedenen Puncten gegenseitig durchschneiden, sich eine auf der anderen versetzen, ihre Pole haben und mit diesen am Himmel geometrische Figuren beschreiben.

Es ist zu bemerken, dass, nachdem alle Weltkörper und die mit ihrer Bewegung verbundenen Phänomene auf dieselbe Sphäre gleichartig projicirt sind, welche immer ihre Entfernung von der Erde sei, also der uns nahe Mond ebenso wie der kleinste oder scheinbar entfernteste Stern; so muss das Studium dieser Sphäre, welches bis auf unsere Tage gänzlich vernachlässigt wurde, wichtige Aufschlüsse über viele Himmelserscheinungen geben.

Jedes sichtbare Object oder Phänomen ist in Bezug auf seine scheinbare Stellung mehr oder weniger von der Erdbewegung afficirt. Dieses mehr oder weniger hängt sowohl von der Entfernung des Objectes, als auch von dessen relativer Lage gegen die Richtung der Erdbewegung ab, folglich ist jede Ortsversetzung, lineare und anguläre, auf der Himmelssphäre projicirt und da perspectivisch gesehen.

Indem das Sonnensystem selbst nur als ein Punct in der Mitte der Himmelshohlkugel erscheint, so ist es ganz wahrscheinlich, dass die Himmelssphäre allen, dies System bildenden Körpern, denselben Anblick gewährt, denselben Aspect bietet; jeder Planet sieht demnach dieselben Constellationen und Sterne, deren eigene Bewegung und Ortsversetzung auch für jeden Planeten — mit Berücksichtigung der Zeit — dieselben sein werden. Nicht so ist es in Bezug auf das System selbst, jeder Planet sieht die übrigen Körper des Systems an anderen Orten, in anderen Projectionen und Perspectiven. So z. B. gibt es für den der Sonne nächsten Körper keine inneren Planeten, keine Conjunction und keine Sonneneclipsen; für den entferntesten hingegen gibt es nur innere Planeten und lauter Conjunctionen, für ihn können alle übrigen Planeten und ihre Monde eventuell auf der Sonnenscheibe erscheinen. Es ist aber auch wahrscheinlich, dass von Neptun aus Mercur unsichtbar ist, indem dieser kleine Planet, von jenem gesehen, sich nie über 46 bis 50 Bogenminuten von der Sonne entfernt.

Alle Himmelskörper versetzen sich in Bezug auf einander, auch in Folge ihrer eigenen Bewegung, die Ortsversetzung ist somit wie die Bewegung allgemein. An diese reellen oder eigenen Ortsveränderungen knüpft sich die scheinbare an, als Folge der Erdbewegung sowohl, als auch in Folge der Versetzung des Sonnensystems. Erinnern wir uns, dass nebst ihrer Rotationsbewegung die Erde eine doppelt gekrümmte Curve um die Doppelcurve der Sonne beschreibt, so wird es deutlich, dass die relativen Stellungen

Digitized by Google

der Weltkörper sich beständig ändern, und dass, um ihre eigene Bewegung herauszufinden, man nothwendigerweise wissen muss, in wie weit ihre Totalbewegung von jener der Erde und der Sonne afficirt ist; das heisst, man muss die Bewegung der Erde und der Sonne kennen, so wie auch die Effecte, welche sie hervorbringen.

Aus diesen wenigen Bemerkungen können wir entnehmen, welche ungeheure Studien zu machen sind, um die Phänomene der Bewegung im allgemeinen begreifen und richtig auffassen zu können? Verglichen mit diesen Studien sind die astronomischen Berechnungen ein wahres Kinderspiel.

[30.] Der Natur der Sphäre nach müssen alle auf dieselbe projicirten Objecte, alle Puncte des Sternhimmels, selbst jene, welche in der Wirklichkeit weit über das scheinbare Gewölbe hinaus sind, für unsere Vision in derselben Entfernung erscheinen. Aus diesem optischen Effect unserer Vision folgt, dass die Erde sich stets im Mittelpuncte der Sphäre befindet, wo immer sie von der Sonne hingeführt wird. Die Erde aber ist selbst eine Sphäre, man kann sich demnach vorstellen, als würde sie eine kleine Kugel in der Mitte einer grossen Hohlkugel sein. Umgeben und eingehüllt auf diese Art, entspricht einem jeden Puncte der Erdoberfläche (der inneren Kugel) ein correspondirender Punct der Himmelssphäre (der äusseren grossen Hohlkugel). Aus diesem Umstande folgt, dass die Himmelshohlkugel im Ganzen genommen für einen jeden andern Punct der Erde anders erscheint und somit alle Himmelsphänomene sich ihren verschiedenen Puncten auch verschieden zeigen. Scheinbare und Angulardistanzen, Bewegung, Richtung, Anblick, Configuration etc., Alles wechselt ab und ändert sich mit der Aenderung der Position des Beobachters, und es ist eine absolute Unmöglichkeit da, dass zwei oder mehrere, fühlbar von einander entfernte Beobachter ein zu gleicher Zeit von ihnen beobachtetes Phänomen genau auf dieselbe Weise sehen; jeder von ihnen wird an dem Phänomen etwas Verändertes wahrnehmen. Dieser Umstand ist von einer Allgemeinheit und ohne Ausnahme, und im strengen Sinne des Wortes gibt schon eine ganz kleine Distanz zweier Beobachter ein verschiedenes Resultat: es handelt sich demnach darum, bis zu welcher Genauigkeit und Zartheit die Beobachtungen geführt sind.

Zwischen Beobachtungen, in verschiedenen Ländern oder „Welttheilen“ gemacht, entsteht oft die Frage, welche von diesen ein oder das andere Phänomen besser oder genauer angegeben hat? Aus der Verschiedenheit der erhaltenen Resultate schliesst man oft auf eine grössere oder mindere Präcision in der Beobachtung: mit einigem Nachdenken findet man die wahre Ursache der meisten Differenzen, selbst wenn man kein grosses Gewicht legt.

Digitized by Google

weder auf den Gang der angewendeten Uhren, die ohnehin nicht identisch sein können, noch auf die durch die Rechnung erhaltene Zeitbestimmung.

Sehr merkwürdig und von der höchsten Bedeutung ist der Umstand, dass die Himmelssphäre eine getreue Nachbildung der geometrischen Erdoberfläche ist. Wir haben bereits bemerkt, dass alle Puncte, Linien, Kreise der Erde sich auf der Sternensphäre vorfinden; die Nachbildung ist vollkommen und dehnt sich auf die kleinsten Details aus. So ist z. B. die sichtbare Himmelssphäre abgeplattet, ein Sphäroid, die kleine Erde im Grossen; so ist die Erdoberfläche gänzlich auf den Himmel projicirt, wie auch alle ihre Bewegungen ohne Ausnahme. Indem dergestalt die Erde gleichsam graphisch alle ihre geometrischen und mechanischen Eigenschaften auf den Himmel überträgt, wird von diesem ihr Bild vollkommen abgespiegelt. Ihre Rotationsgeschwindigkeit z. B. verschieden in jedem Puncte ihrer Oberfläche zwischen dem Aequator und dem Pol findet sich in den Parallelkreisen der Himmelssphäre, welche jenen der Erde entsprechen, in einer solchen Vollkommenheit vor, dass man durch genaue, in diesem Sinne gemachte Beobachtungen finden könnte, wie der Himmel selbst die Abplattung der Erde anzeigt, und zwar allein durch den Unterschied der Geschwindigkeiten, welche den Aequatorialtheilen der Erde durch die Rotation zukommen.

Dieses sublime, bewundernswerthe Phänomen, die genaue Nachbildung der Erdoberfläche und der Erdbewegungen durch den Himmel war nie Gegenstand der Studien, und zwar aus der einfachen Ursache, weil die erklärende Wissenschaft von seiner Existenz nichts zu wissen scheint. Der Aequator, die Ecliptik, die Parallelkreise, die Weltaxe und die Weltpole, welche jenen der Erde entsprechen, dies ist beiläufig Alles, was die Theorie kennt. Dieses prachtvolle Phänomen erklärt aber schon eine Menge anderer grosser und kleiner Erscheinungen; es erklärt unter Anderm die variablen Geschwindigkeiten der Sonne in der Ecliptik; es erklärt zum Theile die veränderlichen Durchmesser der Sonne und des Mondes, ja es gibt sogar darüber Aufklärung, warum gewisse astronomische Instrumente, wie z. B. die parallactischen, unter diesen besonders das äquatoriale, keine guten Dienste leisten wollen, ohne die Ursache ihres Verhaltens anzugeben.

Diese getreue wundervolle Reproduction des Erdsphäroids und seiner Oberfläche gewährt uns einen Blick in die zarteste Mechanik des Himmels, sie gibt uns Aufschluss über Erscheinungen, welche die Imagination nicht aufzufassen vermag. Welche immer die Stellung der Erde im Raume sei, die Reproduction ist immer und überall eine vollkommene. Ist die Erdaxe oder ihr

Digitized by Google

Pol gegen Sirius gerichtet, so ist Sirius der Polarstern, ist die Erdaxe 90^0 zu ihm geneigt, so ist Sirius im Aequator etc. Die geringste Verrückung der Erde ist somit durch die Himmelssphäre augenblicklich angezeigt; die Erde aber versetzt sich im Raume unablässig und ihre Lage ändert sich in Folge der Sonnenbewegung. Was dem Theoretiker als Unordnung, Unregelmässigkeit, Ungleichheit, Anomalie, Störung etc. erscheint, ist die vollkommenste Harmonie; die allgemeine Bewegung aber lässt sich durch die Attractionsgesetze nicht erklären.

[4.] Ein von der Wissenschaft aufgestelltes Princip muss aufrecht bleiben, es muss sich in seiner äussersten Consequenz erhalten, sich behaupten: die geringste Ausnahme vernichtet es gänzlich. Die Substitution des Wortes „Princip" durch das Wort „Gesetz" ändert an der Sache nichts: das Gesetz bleibt so lange Gesetz, als es „qua talis" anerkannt wird; ein auf Thatsachen beruhender Grundsatz aber ist etwas „Unabänderliches." Die Astronomie hat gar keinen aus Thatsachen hervorgegangenen Grundsatz aufgestellt, dafür hat sie — leider — Gesetze genug gebracht, welche ihrem Geschicke nicht entgehen konnten.

Theoretische Principien und Gesetze haben mehr einen moralischen als einen physischen Character; sie werden abgeändert, prorogirt, abolirt und durch andere ersetzt. Wir meinen, dass die Astronomie, positiv wie jede Naturwissenschaft, sich nur auf anerkannte Thatsachen stützen könne. „Die Dinge gehen so vor, sie sind so und nicht anders." „Das beobachtete Phänomen ist dieses." Weiter gehen und sagen, dass die Erkenntniss des Factums überdies noch von der intellectuellen Fähigkeit abhängt, dass z. B., wie dies so häufig gesagt wird, um dieses oder jenes Phänomen zu verstehen, man die Analyse befragen muss etc., ist, sich in das Kindische der scholastischen Philosophie zu verirren. Eine Thatsache zu constatiren, die Realität eines Phänomens zu erkennen, ist schon das Werk einer entwickelten Intelligenz; die verständige Beobachtung des Himmels fordert Geschick, mit Kenntniss gepaart, sie fordert eine prononcirte Fähigkeit. Im Allgemeinen, nach dem „Warum" eines constanten Phänomens zu fragen, dieses zu erklären suchen, ist, die Astronomie überschreiten; es ist das Eintreten in eine allgemeine Wissenschaft, welche die Totalität menschlicher Kenntnisse über die „Natur der Dinge" repräsentirt.

Was im Speciellen den explicativen Theil der Astronomie betrifft, so sollte dieser aus der Combination der genau beobachteten Phänomene und erkannten Thatsachen bestehen, deren Anzahl mit der Entwicklung der Wissenschaft wächst. Man sieht, dass noch immer ein weiter Raum für die Imagination übrig bleibt, welche sich ohnehin nie gänzlich ausschliessen lässt, so lange es

Digitized by Google

sich um die Aufsuchung von Ursachen handelt; nur ist es nöthig, dass die Imagination zugleich und im Einklange mit den Gedanken arbeite, soll das erhaltene Resultat eine gewisse Klarheit verrathen; macht sie sich aber von dem Gedanken unabhängig, will sie allein sich an das Werk machen, so kann man sicher sein, dass sie nur Verwirrung anstiftet.

[5.] Im Laufe unserer Studien haben wir eine Thatsache zu constatiren gesucht, deren Wichtigkeit nicht zu verkennen ist. Diese Thatsache ist, dass ein Weltkörper in Rotation sich nothwendigerweise auch fortbewegen muss: d. h. er muss sich im Raume versetzen und sich im Sinne der Rotation — welche ihn eigentlich mitreisst — bewegen. Aus dieser Thatsache folgt unmittelbar, dass ein Weltkörper in Rotation sich in einer geraden Linie nicht bewegen kann; indem der Sinn, die Richtung der Rotation, der Kreis ist, so muss der Körper unausweichlich eine kreisende Bewegung annehmen, er muss circuliren. Dieses Factum bezieht sich auf Körper, welche sich frei bewegen können; jene Körper, welche in Folge der Anziehung von einem andern Körper mitgeführt werden, können keine Kreise beschreiben, obwohl sie ihre kreisende Bewegung fortsetzen. Dass das Beschreiben einer welch immer gekrümmten Linie eine kreisende Bewegung genannt werden kann, ist selbstverständlich.

Wir haben gesehen, wie die in ihrem jährlichen Lauf durch die Rotation geleitete und gerichtete Erde sich von der Himmelssphäre oder ihren Sternen stufenweise abwendet, und dass diese Abwendung täglich bei einen Grad beträgt; die Folge davon ist, dass, während sie so viele Axendrehungen macht als Tage im Jahre sind, sie sich noch einmal auf ihrem Mittelpunct dreht, also genau während der Zeit, als sie ihre Revolutivperiode vollendet. Dieses entscheidende Phänomen hat die Theorie nie bemerkt, und die Astronomen haben davon noch heutzutage nicht die geringste Idee: darum können sie auch weder den Unterschied zwischen den beiden — von ihnen — aufgestellten Zeiten (mittlere und Sternzeit), noch die Acceleration der Sterne sich erklären.

Diese Eigenthümlichkeit, man kann nicht sagen „Sonderbarkeit," der Erdbewegung, welche übrigens nicht nur allen Planeten, sondern jedem circulirenden Weltkörper, ja auch nicht Weltkörper zukommt, zweckmässig studiert, gibt über verschiedene, heute noch nicht begriffene Phänomene Aufklärung. Die graduelle Abwendung der Erdsphäre vom Sternhimmel, während sie beständig und nahe auf dieselbe Art in der Gegenwart der Sonne verbleibt, gibt auch einigen Aufschluss über die Zeit der Meeresfluthen. Es handelt sich um die Festsetzung eines Rotationspunctes der Erde, welcher mit den Frühlingsnachtgleichen, also mit dem Nullpuncte

Digitized by Google

der Sternzeit oder mit jenem der Sonnenrectascension zusammenfällt.

Der Aequator einer Sphäre erzeugt sich in Folge der Rotation und bestimmt die Lage der Umdrehungsaxe. Dieser Satz bleibt auch umgekehrt derselbe, d. h. die Rotationsaxe wird durch die Umdrehung der Sphäre erzeugt, welche dann die Lage des Aequators angibt. Wir betrachten die Rotationsaxe als eine Function (Folge) des Aequators, indem die Sphäre durch eine impulsive Kraft in die drehende Bewegung versetzt wird, welche Kraft schon den Aequator bildet; d. h. der Punct, auf welchen die bewegende Kraft einwirkt, liegt schon in dem zu erzeugenden Aequator, der somit die grösste Geschwindigkeit erhält; hieraus folgt natürlich, dass die Linie oder die Puncte des Aequators nothwendigerweise der Bewegung voraus sind. Dies ist der Grund, warum der Aequator eines Weltkörpers beständig in der Linie seiner beiden Bewegungen, in der sogenannten Bahnlinie ist, und man kann sagen, dass die Richtung der Bahn eines Himmelskörpers durch seinen Aequator angegeben und in gewisser Beziehung auch bestimmt ist.

Will man nun durch die Annahme von Ebenen sich eine deutliche Vorstellung von der Mechanik dieser Bewegung machen, so muss man sagen, dass die Ebene des Aequators einer Sphäre sich beständig in der Ebene ihrer Bahn befindet, woraus folgt, dass die beiden Ebenen zusammenfallen und somit eine und dieselbe vorstellen.

Was die Ebene des Aequators einer soliden körperlichen Sphäre betrifft, so ist sie eine Wirklichkeit, sie ist in der That vorhanden, die Ebene aber einer veränderlichen Sphäre oder eines im Raume sich versetzenden Kreises ist eine imaginirte Ebene, sie existirt nicht, man kann aber immerhin sich eine momentane Ebene derselben vorstellen, wenn man die beschriebene Curve als eine Linie einfacher Krümmung betrachtet; ist die Bahnlinie doppelter Krümmung, wie dies in der That für alle Weltkörper der Fall ist, so ist durch diese keine Ebene mehr, auch nicht eine momentane, denkbar. Diese Bemerkung mag genügen, um bei der Idee verbleiben zu können, dass der Aequator eines Weltkörpers als Linie betrachtet, sich stets in der Bahnlinie befindet: substituirt man dieser Aequatorslinie den Mittelpunct des Körpers, so ist nichts geändert, da die Ebene des Aequators durch seinen Halbmesser beschrieben ist.

Aus diesen Gründen und Ursachen schliessen wir jede Idee vollkommen aus, nach welcher z. B. die Erde in ihrer Bahn sich nach einer andern Richtung als ihr Aequator bewegen kann. Mit einigem Nachdenken über die Natur der Rotation muss wohl Jedermann klar werden, dass die Gesammtmasse einer Sphäre durch

Digitized by Google

ihren Aequator im Sinne der Rotation in Bewegung versetzt ist, welche Bewegung eben am Aequator das Maximum ihrer Geschwindigkeit erreicht; eine der Folgen dieses Umstandes ist die Abplattung der Erde, und es ist ersichtlich, dass die Idee einer Centrifugalkraft, welche man unglückseligerweise auch hier wirken lässt, ganz unhaltbar ist, da eine solche Kraft in der Natur nicht existirt; eine andere Folge der auf diese Art in Bewegung versetzten Masse ist, dass die Sphäre sich unausweichlich in der Richtung der Rotation bewegen muss. Die nach Beobachtungen angegebenen Neigungen der Aequatoren verschiedener Planeten und Satelliten haben demnach eine andere Bedeutung, als die einer Bewegung nach zwei Richtungen.

Auch wir sagen, dass ein Weltkörper sich zugleich nach zwei oder drei Richtungen bewegt, dies bezieht sich aber auf die von ihnen durch ihre Bewegung beschriebene Curve, die sogenannte Bahn selbst; ferne sei aber von uns zu wähnen, dass ein Körper selbst, oder durch seine Theile angetrieben, sich nach verschiedenen Richtungen zugleich bewegen könne.

[6.] Nach diesen Betrachtungen können wir fragen, ist diese Thatsache, die Identität der Richtung der Rotation und der Translation, hinlänglich constatirt, um sie als ein unumstössliches Princip betrachten zu können? Die Beobachtungen von mehr als 30 Jahrhunderten, welche von Jedermann tagtäglich wiederholt werden können, constatiren auf eine positive Art, dass die jährliche Bewegung der Erde im Sinne ihrer täglichen vorgeht. Verfolgt man sie in ihrer Bewegung, so wie wir dies zu thun versucht haben, so überzeugt man sich, dass die Erde, von den kleinen Variationen der Sternorte abstrahirt, so zu sagen zwischen denselben Sternen sich während ihrer Revolution bewegt, durch welche sie mittelst ihrer Rotation passirt, d. h. die beschriebenen Tages- und Jahreskreise sind dieselben.

Die Theorie hat, im Gegensatz dieser Erfahrung durch die Beobachtung aufgestellt, dass der Erdäquator $23^{0}5$ gegen die Ecliptik, also gegen die Erdbahn selbst geneigt ist, und sie gründet ihre Ansicht gleichfalls auf unwiderlegbare Beobachtungen. Es scheint hier somit ein evidenter Widerspruch zu sein, und die Aufgabe ist, die Ursache desselben zu finden.

Widersprechen sich die Phänomene, so ist Grund vorhanden, selbe mit der äussersten Aufmerksamkeit zu prüfen; ist der Widerspruch in der Auslegung der Phänomene, so ist die Prüfung gleichfalls unerlässlich.

Erinnern wir uns, dass nach der Theorie die Ecliptik und der Himmelsäquator um $23^{0}5$ gegen einander geneigt sind, und dass diese Neigung die Schiefe der Ecliptik genannt wird. Welche sind

Digitized by Google

die Himmelserscheinungen, die diese Schiefe anzeigen? Eine einzige, und diese ist die Sonnendeclination, gleichfalls von $23^{0}5$ an beiden Seiten des Aequators. Obwohl wir schon wiederholt haben, worin dieses grosse Phänomen der Sonnendeclination besteht, müssen wir uns dennoch erinnern, dass während des Jahres die Sonne den grossen Himmelskreis — die Ecliptik — beschreiben soll, die Constellationen, welche diese decken oder umgeben, zu durchwandern scheint, und sich somit vom Aequator — auf beiden Seiten desselben — eben so weit ab- oder wegneigt, als die Ecliptik sich denselben zuneigt. Dass dieses scheinbare Phänomen durch die Erdbewegung erzeugt wird, das wusste man, daher musste man diese der Sonnenbewegung an die Stelle setzen und sagen, dass die Erde sich in der Ebene der Himmelsecliptik bewegt. Bis hieher ist noch kein Widerspruch bemerkbar, aber die Beobachtungen constatiren die Coincidenz der beiden Aequatorsebenen, nämlich jener des Erdäquators mit der des Himmelsäquators; sie constatiren dass die Rotationsebene des Erdäquators in der Ebene des Himmelsäquators liegt, woraus man geschlossen hat, dass der Himmels- und Erdäquator gegen die Ecliptik, gegen die Erdbahn gleich geneigt sind. Der Parallelismus der Axen (der Erd- und der Weltaxe), bedingt den Parallelismus der Aequatoren; es ist augenscheinlich, dass, wenn die Ecliptik die Erdbahn ist, so muss der Erdäquator, ob er nun gegen die Bahn geneigt ist oder nicht, während des Jahres zweimal von dem Himmelsäquator im Maximum $23^{0}5$ abstehen, einmal an dessen Südseite, das andere Mal an seiner Nordseite, und nur in den Nachtgleichen mit ihm coincidiren. Dieser Umstand wird nun Gegenstand der Prüfung, und wir haben bereits gesehen, dass die Voraussetzung einer Neigung des Erdäquators gegen ihre Bahn, der Natur der Bewegung im Raume entgegengesetzt ist; wir haben somit die Aufklärung der Frage durch die beobachteten Phänomene zu suchen.

[7.] Die Neigung des Erdäquators ist zugleich die Neigung der Rotationsaxe, deren Parallelismus die Gelehrten viel mehr beschäftigte als die Totalität der grossen Frage der Erdbewegung. Galilei suchte sich durch ein Experiment davon zu überzeugen, ob die auf diese Art imaginirte Bewegung der Erde auch möglich ist? Es ist natürlich, dass der Mensch seine nächsten Kenntnisse, vor Allem aus den ihn umgebenden Phänomenen zieht, es ist aber evident, dass das, was am Himmel vorgeht, auf der Erde nicht vorgehen kann und umgekehrt. Bedenkt man die unendliche Varietät, in welcher die grosse Natur sich zu gefallen scheint, so sollte man nicht vergessen, dass, wenn die Analogie fehlt oder nicht anwendbar ist, nichts übrig bleibt, als das Suchen nach dem Unbekannten. Wir wollen hiedurch einfach ausdrücken, dass der

Digitized by Google

Himmel an sich selbst, durch sich selbst, d. h. durch seine eigenen Phänomene — welche seine Beurkundungen sind — studiert werden müsse. Uebrigens ist es ersichtlich, dass die freie Bewegung im freien Raume auf der Erde sich nicht reproduciren lässt.

Nachdem man die Neigung der Erdbahn und die Neigung der Erdaxe zu ihrer Ebene angenommen hat, beschäftigte man sich nicht mehr mit der Frage: wie es möglich ist, dass die Erde sich nach der einen Richtung drehe, und nach einer andern sich fortbewege? Das Wesentliche war, wie die Axe ihren Parallelismus unter den gegebenen Bedingungen erhalten könne?

Kepler und seine Zeitgenossen haben behauptet, dass er sich erhalten kann, ja dass er sich erhalten müsse; die Modernen fügten hinzu, dass die gleichzeitige Bewegung eines Körpers nach zwei Richtungen, den Gesetzen der Mechanik ganz entsprechend ist, wenn man sich vorstellt, dass die Erde in der einen Hälfte ihrer Bahn sich rücklings bewegt.

Die Beobachtungen lehren uns, dass dieser Parallelismus nicht einmal während eines Jahres sich erhält, und dass die Versetzung der Lage der Erdaxe, die Aenderung dieser ihrer Lage in Bezug auf den Himmel und seine Sterne ununterbrochen vor sich geht. Da wir die Axe dem Aequator gleichsam untergeordnet haben, müssen wir sagen, dass die Aenderung der Lage der Aequatorsebene, die Aenderung der Lage der Axe bedingt, und obwohl das Umgekehrte gleichfalls natürlich ist, so geben wir dennoch die Initiative dem Aequator, indem die Veränderung seine Lage oder Stellung im Raume nichts anderes ist, als die Aenderung der Richtung in der Erdbewegung.

Ist die Sonne fix, so ist kein Grund vorhanden, warum und wie der Parallelismus der Axe gestört werden soll, er könnte sich in alle Ewigkeit erhalten trotz der so thätigen Mondesanziehung, und es ist an sich klar, dass die Veränderung in ihrer Lage nicht von der Erdbewegung in ihrer theoretischen Bahn erzeugt sein kann, sondern dass sie eine unausweichliche Folge der Sonnenbewegung ist, durch welche die Lage der Erdbahn, sich beständig ändert, d. h. durch welche die Richtung der Erdbewegung im Raume stets verändert wird.

Man hat sich vorzugsweise an die Axe gehalten, indem man geglaubt hat, dass jede Variation in ihrer Lage am besten durch die Polarsterne angezeigt wird; die Beobachtungen der Sterne am Aequator führen zu demselben Resultat. Wir können somit aussprechen, dass der vorausgesetzte Parallelismus der Erdaxe weder existirt, noch existiren kann. Dass die Theorie nie an die Bewegung der Sonne gedacht und dieser Bewegung heute noch gar keinen Effect zuschreibt, ist an sich bekannt.

Digitized by Google

[8.] Wir haben die Bemerkung gemacht, dass die Theorie nicht weiss was die Ecliptik ist? Stellt man nur einen Theil dessen, was alles über die Ecliptik in den Büchern gesagt wird, zusammen, so findet man die Bestätigung unserer Bemerkung.

Die aus der Sonnendeclination oder vielmehr aus der scheinbaren jährlichen Bewegung der Sonne abgeleitete Erdbahn, hat die Theorie die Ecliptik, die Sonnenbahn genannt, und diese zu einem grossen Himmelskreis erhoben, welcher nun mit einem andern grossen Himmelskreis, mit dem Himmelsäquator rivalisirt, ja denselben an Wichtigkeit sogar übertrifft.

Wir haben bereits gesehen, wie die zwei grossen Himmelskreise sich durchkreuzen, in zwei entgegengesetzten Puncten durchschneiden, wie die Puncte sich auf der Ecliptik versetzen, wie die Ebenen der beiden Kreise sich auf einander bewegen und versetzen. Die Ecliptik hat somit ihre Ebene, ihre Axen und ihre Pole, welche von den Weltpolen $25^{0}5$ abstehen, und geometrische Figuren beschreiben. Wir haben gesehen, dass so lange die Ecliptik die Sonnenbahn oder abwechselnd die Erdbahn repräsentirt, sie eine Ellipse sein müsse, dass sie folglich zwei Brennpuncte, also zwei Paar Axen und zwei Paar Pole hat; nachdem sie aber ein Himmelskreis wird, so verliert sie eine ihrer Axen und einen Brennpunct, um mit dem Aequator auch als Coordinatensystem rivalisiren zu können.

Die Schiefe der Ecliptik nimmt periodisch ab und ist secularen Variationen unterworfen. Sie gibt somit variable Coordinaten. Als Sonnenbahn hat sie noch keine systematischen Coordinaten; nachdem die Sonne sich stets in der Ecliptik befindet, so hat sie auch keine Breite, denn in dem Coordinatensystem beziehen sich die Breiten auf die Ecliptik. In diesem Falle ist somit die Ecliptik zugleich Ellipse und Kreis, zugleich Bahn und grosser Himmelskreis. Wird die Ecliptik zur exclusiven Erdbahn, so hat sie eine dreifache Rolle; sie bleibt die Sonnenbahn und auch der grosse Himmelskreis, woraus ersichtlich wird, dass Erde und Sonne sich in demselben Ellipsenkreis und in derselben Richtung bewegen. Die Eclipsen gehen in der Ecliptik vor, daher ihr Name; aus dieser Definition kann man weder auf die Sonnenbahn noch auf die Erdbahn folgern. Die Planetenbahnen neigen sich nicht zum Himmelsäquator, sondern zur Ecliptik, zu ihr neigen sich die Bahnen aller Satelliten, der entdeckten und nicht entdeckten Cometen; zur Ecliptik neigen sich alle Aequatoren der Planeten, der Monde und der Cometen, den Sonnenäquator nicht ausgenommen. Die Sonne und ihr System bewegen sich in der Ebene der Ecliptik (Zodiak); alle Knoten werden auf der Ecliptik geknüpft; die Mondesknoten so wie andere Knoten gehen auf der Ecliptik alle rückwärts; die

Digitized by Google

Ecliptik wird auf die Himmelskarten und Himmelsgloben aus Pappe getreu verzeichnet etc., mit einem Worte die Ecliptik ist der astronomische Grossmogul, und man hat sich sogar die unnütze Mühe gegeben, von ihr aus Längen und Breiten unter dem Vorwand zu bestimmen, dass die Declination der Sterne sich ändert, ihre Breite aber dieselbe bleibt; ja es wird gelehrt, dass die sich stets in der Ecliptik befindende Sonne keine Breite hat. Die Unnöthigkeit, das Unnütze der Längen und Breiten ist handgreiflich, wenn man bedenkt, dass diese beiden Benennungen vielmehr als Orientirungen oder Positionen weder beobachtet, noch beobachtbar, sondern nur blos numerische Reductionen der beobachteten Rectascension und Declination sind, und zwar nach einer gleichfalls calculirten Schiefe. Es gab daher schon ausgezeichnete Astronomen und Beobachter, unter diesen Herschel, welche mit der Einführung dieser überflüssigen Coordinaten gar nicht einverstanden waren.

Der Ecliptikwirrwar zeigt sich am deutlichsten durch die Vorstellung, welche man sich von der periodischen Bewegung der Erde sowohl, als der Weltaxe gemacht hat. Die Erdaxe beschreibt nämlich einen Kreis um den Pol der Ecliptik! Der Schüler muss eine bedeutend lebhafte Imagination besitzen, um sich vorzustellen, wie der Erdpol um den Pol der Erdbahn einen Kreis beschreiben soll! In Verbindung mit der Präcession beschreibt der Weltpol einen Kreis um den Pol der Ecliptik in 26000 Jahren, und in Folge dessen kommen verschiedene Sterne nach und nach an die Stelle des gegenwärtigen Polarsternes. Da nun der eingebildete Pol der Ecliptik $23^{0}5$ vom Weltpole entfernt ist, so beschreibt dieser einen Kreis, dessen Durchmesser 47^{0} hat; hieraus folgt, dass der heutige Polarstern nach 13000 Jahren eine um 47^{0} verminderte Declination haben wird, da er sich um diesen Bogen gegen Süden neigt. Da nun der Himmelsäquator stets senkrecht auf der Himmelsaxe ist, so muss sich wohl auch dieser um 47^{0} weiter gegen Süden neigen. Nun kommt aber das Mirakel: die Ecliptik bleibt an derselben Stelle mit ihrer Ebene und ihren Polen, sie rührt sich gar nicht, ihre Axe und Pole bleiben parallel zu sich selbst, die Sterne, deren Declination sich mit 47^{0} geändert hat, behalten ihre alte Breite unverändert bei; das noch grössere Mirakel aber ist, dass, während der Himmelsäquator sich um 47^{0} versetzt, die Himmelsecliptik beständig dieselbe Neigung zu ihm hat!

Wenn somit die von uns angeregte Thatsache sich erweiset, und sie erweiset sich ganz einfach, „dass die Erde mit ihrem Aequator voraus sich in ihrer Bahn fortbewegt, dass folglich ihr Aequator zu ihrer Bahn oder zur Ebene ihrer Bahn nicht geneigt

Digitized by Google

ist," so wird der grosse Kreis der Ecliptik gleich einem Gespenste vom Himmel verschwinden und nur in den Büchern und in der Imagination zu finden sein. Wenn die Neigungen zwischen Axe, Aequator und Ecliptik in der Wirklichkeit statt hätten, so würde die unausweichliche Folge davon sein, dass die Declination der Sterne sich genau so ändern würde, wie jene der Sonne. Man weiss, dass dies nicht der Fall ist.

Die scheinbaren Stellungen der Sonne während der Dauer einer Erdrevolution sind, wie wir wissen, perspectivische Projectionen auf die Himmelssphäre; weder diese Sphäre, noch die auf ihr sichtbaren Sterne haben irgend etwas mit der Sonnendeclination gemein, welche mit ihrer Ausdehnung von 47^0 für den Sternhimmel nur einige Secunden beträgt.

Nie soll der Leser vergessen, dass dieses kleine Sonnensystem mit seiner conischen Figur sich in jenem grossen Raume fortbewegt, welchen die Himmelshohlkugel einzuschliessen scheint, dass somit die Declination der Sonne, so wie alle ihre Projectionen scheinbarer oder wirklicher Bewegungen und Lagen sich einzig und allein auf die Erde beziehen, da sie grösstentheils die Folgen ihrer Bewegung sind.

Die von der Sonne im Raume eingenommenen Positionen können von der Erde aus gesehen nicht über ihre Erdferne gehen; wenn man daher die scheinbare Ecliptik bis zu einem grossen Himmelskreis vergrösserte, so that man dieses in Folge einer falschen Anwendung der geometrischen Verhältnisse auf den Himmel, da man im Allgemeinen stets der Idee war, dass die wissenschaftlichen Gesetze ihre Anwendung auf die Himmelsphänomene eben so finden müssen, als sie auf der Erde aufgestellt wurden. Dieser Umstand deutet auf die Ursache hin, warum das ernste Studium der Himmelserscheinungen zu allen Zeiten und gänzlich vernachlässigt wurde, und warum man sich mit einer oberflächlichen Anschauung ihrer Bedeutung zufriedenstellte. Man musste nämlich seine eigenen Ideen realisiren, man musste, durch die Coincidenz des Calculs mit der Beobachtung, die Richtigkeit seiner Conceptionen beweisen; man war viel zu viel beschäftigt mit der Ellipse und ihren Flächen, mit der Attraction, mit den Quadraten und den Würfeln etc., um Zeit zu haben, die Phänomene genauer zu betrachten. Auf diesem Wege musste sich eine in ihren Hauptzügen eingebildete Wissenschaft erzeugen, indem man sich über die beobachtbare und studierbare Realität hinwegsetzte.

[9.] Aus unseren Bemerkungen kann es jedem Denkenden klar werden, dass das einzige Fundament der gesammten heutigen Astronomie die Erdbewegung ist. In der That beziehen sich alle practischen Arbeiten, welche in Folge der Beobachtung als Calculs

Digitized by Google

der Positionen und der Zeit, Construction der Tafeln etc. gemacht werden, einzig und allein auf die Erde und auf ihre Bewegung. Zur Erkenntniss dieser Thatsachen musste die endlich erkannte oder entdeckte Erdbewegung führen, und dennoch musste man, selbst in jenen Zeiten, als man über diese Bewegung noch im Zweifel war, sich bewusst gewesen sein, dass die Erde, auf welche sich alle Himmelserscheinungen beziehen, die allgemeine Grundlage der Astronomie sein könne.

Die unmittelbare erste Grundlage der practischen Astronomie bilden jene grossen und Haupterscheinungen, welche wir als „tägliche und jährliche Bewegung“ bereits betrachtet haben; die Totalität dieser theils durch den Sternhimmel und seinen Inhalt, theils von der Sonne gezeigten Phänomene ist durch die Erdbewegung hervorgebracht; woraus folgt, dass diese Phänomene ihrerseits wieder die Erdbewegung anzeigen, und in ihrem Zusammenhange studiert, aufgefasst und verstanden, zu ihrer näheren Kenntniss führen müssen.

Warum konnte man nicht zu der Auffassung gelangen, dass die Erdbewegung in der Totalitat dieser complicirten Erscheinungen enthalten ist, und daher eine solche sein müsse, dass aus ihr diese Phänomene hervorgehen und auch erklärt werden können? Man hat sich vorgestellt, dass die Erde um den Mittelpunct der Sonne kreiset und ist bei dieser Vorstellung geblieben. Nachdem man aber etwas Unnatürliches aufgestellt hat, war man genöthigt, dasselbe wieder nur durch unnatürliche Dinge zu erklären, denn es ist klar, dass die Erklärung des Widernatürlichen durch natürliche Sachen unmöglich ist. Hat man auf diese Art der Täuschung und dem Truge Thor und Thüre geöffnet, die falschen Begriffe angehäuft, so schloss man anderseits jede rationelle Auffassung aus, und wir haben gesehen, welche Masse von Irrthümern sich angesammelt hat und wie diese alle — sonst brauchbaren Begriffe — und mühsam aufgefundenen Grundsätze, ja auch Thatsachen insgesammt vernichten.

Wir haben gesehen, dass das eigentliche Wesen des Systems von Copernik die „Circulation um das Centrum“ ist, und dass diese Circulation weder mit einer beweglichen noch mit einer fixen Sonne möglich ist; man musste sich aber daran machen, die Realität einer Circulation um den fixen Mittelpunct nicht nur als eine unbestreitbare Wahrheit anzuerkennen, sondern auch zu beweisen.

Schon der erste Schritt, den man machte, zeigt die Ideenverwirrung. Der gespannte Faden, die Centrifugalkraft, die tangentielle Geschwindigkeit, die Sonnenanziehung gleich diesen beiden, das Fallen der Körper gegen und in die Sonne etc., beur-

kunden eine grosse Geistesarmuth. Diesen Dingen folgen die Neigungen aller Art, moralische und mechanische; es wird proclamirt, dass die Erde sich nach zwei Richtungen dreht, dass die Rotation von der Translation unabhängig ist, dass die Erde rücklings geht etc., dann kommt die Ellipse, deren ungleiche Krümmung eine gleichförmige Bewegung ausschliesst, dafür aber variable Geschwindigkeiten und variable Entfernungen erfordert; die geschlossenen Curven bleiben auf demselben Fleck, die Planeten circuliren beständig in derselben Ebene; ihre Bahnen sind mit verschiedenem Zugehör und auch mit Knoten versehen, sie haben ihre Brennpuncte, Axen und Pole etc. Himmel und Sonne machen täglich eine Umdrehung: die Sonne verspätet sich, sie hat eine zunehmende Rectascension. Es sind die Sterne, die sich regelmässig bewegen und stets zu derselben Zeit — nach der Sternuhr — in den Meridian kommen: folglich ist die Rotationsdauer der Erde der Sterntag, und die mittlere Zeit ist grösser als die Sternzeit. Die Sonne kommt nach gar keiner Uhr regelmässig in den Meridian: an den Variationen des Mittags ist theils ihre Declination, theils die Schiefe der Ecliptik schuld. Während eines Jahres macht der Himmel 366, die Sonne 365 Umdrehungen in derselben Richtung; dafür aber beschreibt die Sonne einen grossen Himmelskreis, die Ecliptik, im Sinne der Erdrotation, wodurch deutlich wird, dass die Erde um die Sonne kreiset und sich zugleich mit der fixen Sonne in der Ecliptik bewegt. Nachdem die Ecliptik, die Erdbahn, $23^{0}5$ gegen den Himmelsäquator geneigt ist, so muss die Sonne eine Declination von $23^{0}5$ gegen Nord und eben so viel gegen Süd haben, woraus dann die Jahreszeiten sehr leicht zu erklären sind. Damit aber die Ecliptik zum Himmelsäquator $23^{0}5$ geneigt sei, muss der Erdäquator zu derselben Ecliptik, nämlich zu der Erdbahn, genau $23^{0}5$ geneigt sein; ohne diese Vorkehrung würde die Erdbahn im Aequator selbst sich befinden; die Sonne hätte keine Declination, und es würden keine Jahreszeiten stattfinden. Da nun die Jahreszeiten seit Menschengedenken effectiv da sind, so erklärt es sich von selbst, dass die Frühlings- und Herbstnachtgleichen die Durchschnittspuncte der zwei grossen Himmelskreise sind. In den Solstizien, welche den Sommer- und den Winteranfang angeben, scheint die Sonne stille zu stehen, sich also gar nicht zu bewegen, ein Phänomen, welches schon sehr lange entdeckt, seit einigen Jahrtausenden fleissig beobachtet wird; es wird aber auch beobachtet, dass die Sonne eben im Anfange des Winters, also eben zur Zeit, als sie sich gar nicht rührt, auch am schnellsten sich bewegt; dies kommt daher, weil die Erde dazumal sich in dem Perihel befindet und folglich von der Sonne am stärksten angezogen wird; die Attraction der Sonne nämlich

Digitized by Google

wirkt impulsiv auf die Erde und bringt eine grosse Geschwindigkeit in ihrer Bewegung hervor, ein Umstand, der nicht nur nicht hindert, sondern sehr viel dazu beiträgt, dass der radius vector der Erde genau dieselbe Fläche beschreibt als im Sommer, wo die Erde wieder darum am langsamsten sich bewegt, weil sie in der Sonnenferne ist; ein Umstand, der aus der elliptischen Bewegung ganz natürlich folgt etc. All dieses und noch viel mehr Durcheinander bildet das phantasmagorische Gebäude der erklärenden Wissenschaft, die über jede Schwierigkeit siegreich hinüberhüpft. Wir unserseits dürfen nicht aus den Augen verlieren, dass dieser Galimatias über die Bewegung der Körper des Sonnensystems das Credo der heutigen Astronomen ist, und dass sie im Geiste des Systems von Copernik die wahre Bewegung der Erde aus der scheinbaren Bewegung der Sonne übersetzt haben. Indem unsere Studien mit den Dogmen der Theorie sich nicht vertragen können, so wird es der Leser natürlich finden, dass wir trachten müssen, etwas freien Raum zu gewinnen; denn behaupten die Dogmen die Oberhand, so haben wir keine Studien zu machen; beugt sich aber endlich die Imagination vor der Vernunft — was eben nicht so leicht zu erwarten ist — so ist es möglich, den Gedanken in Thätigkeit zu setzen.

[10.] Eine der Thatsachen tritt aus der Theorie unmittelbar hervor. Circulirt die Erde, beschreibt sie im Raume eine kreisförmige Figur, so ist diese ihre Bewegung von dem Sternhimmel angezeigt: d. h. die Himmelssphäre scheint im entgegengesetzten Sinne eine Umdrehung zu machen, während die Erde eine ihrer Revolutivperioden vollendet. Dieses unabänderliche Phänomen findet aber wirklich statt, ob nun die Sonne nach Copernik festsitzt, ob sie sich bewegt oder endlich gar nicht existirt, ob die Erde eine Rotation oder keine hat. Dass die Himmelssphäre während einer Jahresdauer eine volle Umdrehung macht, ist somit eine nicht zu bestreitende Thatsache.

Die natürliche, also unausweichliche Folge dieser Bewegung ist, dass die Sonne, die an die Crystallsphäre nicht angenagelt ist, nicht zu einer Constellation, nicht unter die der Erde scheinbaren Fixsterne gehört, sondern vergleichsweise in der Nähe der Erde sich befindet, Tag für Tag, oder vielmehr mit jedem Moment auf einen andern Theil der Sternensphäre sich projicirt. Die successiven Projectionen während des Jahres bilden die bekannte mysteriöse Ecliptik, deren Halbmesser somit die Sonnenferne ist und die scheinbare Bewegung der Sonne jener der Himmelssphäre entgegengesetzt zu sein scheint, als ginge sie im Sinne der Rotation vor. Da nun nach der allgemein angenommenen Ansicht, wie diese Kepler ausgedrückt, die Erde eine Neigung gegen die Sonne hat,

Digitized by Google

so kann das hier erwähnte Phänomen zu dem Schlusse berechtigen, dass während des Jahres die Sonne einen Himmelskreis beschreibt und sich mit der Erde scheinbar in gleicher Richtung bewegt, nicht aber zu der Annahme, dass die Erde „um die Sonne kreiset" und dass der Halbmesser ihrer Bahn die Sonnenferne ist.

Sternhimmel und Sonne beurkunden somit die jährliche Bewegung der Erde, d. h. sie zeigen die Curve an, welche die Erde während ihrer Revolutivperiode beschreibt. Wir haben bemerkt, dass die jährliche Bewegung der Erde durch die Sterne unmittelbar, durch die Sonne mittelbar angezeigt ist, indem diese stets in der Gegenwart der Erde verbleibt. Was wir nach dem älteren Sprachgebrauch „Acceleration der Sterne" genannt haben, ist der Tagbogen der Erde; sie ist die Differenz zwischen dem mittleren und dem Sterntag. Diese drei identischen Dinge sind unveränderlich dieselben, sie sind constant. Gehen wir auf die Beobachtung über und legen die Zeit des Meridiandurchganges der Sterne zum Grunde, so haben die Sterne — nach ihrer Uhr — keine Acceleration, dafür aber kommt der Sonne eine Retardation zu.

Die practische Astronomie betrachtet und beobachtet die Meridiandurchgänge gewöhnlich nach der Sternuhr, und aus diesem Gebrauch hat die Theorie einen Schluss auf die Himmelsphänomene gezogen und gesagt, „die Rectascension der Sterne ist constant, jene der Sonne aber nimmt täglich zu." Beobachtet man nach der Sonnen- oder mittleren Uhr, so bleibt die Rectascension der Sonne — in den Grenzen der Variationen des Mittags — constant, oder was dasselbe ist, sie hat gar keine Rectascension, diese im gewöhnlichen Sinne genommen.

Der Umstand, dass die Sonne nach gar keiner Uhr zu derselben Zeit auf einanderfolgend in den Meridian tritt, hat die Theorie einigermassen in Confusion versetzt, und sie weiss es heutigen Tages noch nicht, was die Variation des Mittags ist? Es ist sogar zu verwundern, dass dieses Phänomen nicht direct als eine Störung declarirt wurde, es wäre doch so leicht zu beweisen, dass sie Folge der Mondesschwere ist!

Die Thatsache, nach welcher der Sternhimmel sowohl die tägliche als auch die jährliche Bewegung der Erde anzeigt, enthält andere Thatsachen von der grössten Wichtigkeit; obwohl wir diese bereits näher betrachtet haben, so ist die Wiederhohlung derselben hier dennoch nothwendig.

a) Die Bewegung der Erde ist eine „gleichförmige."

Die Theorie ist genöthigt, früher oder später zu erkennen und zu bemerken, wie auch zu bekennen, dass die Weltkörper sich nicht anders als mit einer unveränderlichen Geschwindigkeit bewegen können; sie muss bekennen, dass jenes Grundgesetz der

Digitized by Google

Mechanik, nach welchem ein Körper seine erhaltene Geschwindigkeit nicht ändern kann, ein rationelles, ein festes Princip enthält. Wenn demnach die Theorie dennoch wiederholt, ja unablässig, immer wieder zu ihren variablen Geschwindigkeiten zurückkehrt, so müsste man dies als ein vernunftwidriges Verfahren erklären, wenn die Imagination dabei nicht die unbezweifelte Oberhand hätte. Das Nichtstudieren der Projection und der Perspective hatte die Folge, dass man die Erscheinungen der Bewegung nicht begriff und Ursachen zuschrieb, welche ausser aller Controle liegen. Die durch die Attraction verursachten Störungen sind Früchte der Einbildung.

b) Die gleichförmige Bewegung bedingt eine gleichförmige Linie, in welcher sie vorgehet. Nennt man den Weg, welchen ein Weltkörper im Raume durchwandert, die Linie welche er beschreibt, seine Bahn, stellt man sich diese Bahn als geformt (figurirt) vor, so muss diese beschriebene Linie, welche nun immer ihre Figur ist, in ihren kleinsten Theilen dieselbe Krümmung haben.

Die Ellipse als Bahnfigur ist somit eine naturwidrige Vorstellung.

c) Die allgemeine Bewegung ist ein stetes Vorschreiten aller Weltkörper im Raume und schliesst die Idee einer Rückkehr vollkommen aus. Wo kein Zurückkehren ist, da ist auch keine in sich rückkehrende Curve oder Figur; die eingebildeten, geschlossenen Bahnen, sind demnach naturwidrig.

d) Es gibt nur eine Zeit, es gibt nicht zweierlei, oder verschiedene Zeiten. Die Benennung „mittlere Zeit“ hat gar keinen Sinn. Wir müssen hier bemerken, dass die technischen Ausdrücke zur Erklärung der Phänomene ohnehin nichts beitragen können, wenn sie aber sinnstörend sind, so hindern sie die Erklärung, sie verwirren die Begriffe.

Die Bestimmung der Zeiteinheit war für die Astronomie unerlässlich, diese musste aus einem constanten periodischen Phänomen der Bewegung hervorgehen. Hat nun die beobachtende Wissenschaft erkannt, dass die Periode der Meridiandurchgänge der Fixsterne unverändert dieselbe ist, so konnte sie mit Sicherheit diese Dauer zwischen zwei aufeinander folgenden Passagen als Zeiteinheit annehmen. Die Theorie aber schloss, dass diese Dauer zugleich die Dauer der Erdrotation ist, und alle Astronomen — ohne Ausnahme — sind der Meinung, dass die „wahre Rotationsperiode der Sterntag ist.“ Wir haben gesehen, dass diese Rotationsdauer genau um den — in Zeit verwandelten — Tagbogen der Erde länger als der Sterntag, somit der wahre Tag um so viel grösser ist. Nachdem die Wissenschaft sich die volle Ueberzeu-

Digitized by Google

gung verschafft hat, dass die Rotationsbewegung der Erde eine unveränderliche, gleichartige, constante ist, so war es deutlich, dass keine andere Bewegung die Zeiteinheit — Tag genannt — so genau angeben könne. Wenn demnach die Zeiteinheit definitiv die Rotationsdauer sein soll, so wird diese nicht mehr durch die Sternuhr repräsentirt sein, sondern durch jene, welche man die mittlere genannt hat. Dass die Construction einer Uhr — diese kann ja in das Unendliche variiren — mit der Zeiteinheit nichts gemein hat, ist wohl einleuchtend; es ist somit nicht die Uhr die die Zeit controlirt, sondern umgekehrt.

e) Rotation und Translation gehen in demselben Sinne vor. Die beiden Bewegungen finden zugleich statt, sie sind mit einander vermengt und beschreiben auf dem Firmament denselben Kreis. Sagt man nun, dass die eine Bewegung von der andern unabhängig ist, dass sie in zwei Richtungen — jede für sich — vorgehen, so hat man etwas Unmögliches vorausgesetzt und gegen die Natur geschlossen. Der Erdäquator kann demnach gegen die Erdbahn oder gegen ihre eingebildete Ebene nicht geneigt sein, denn die Erdbewegung selbst würde durch eine solche Neigung unmöglich gemacht werden. Es ist aber auch ersichtlich, dass, wenn die beiden Bewegungen in zwei Richtungen vorgehen könnten, jede derselben ihren eigenen Kreis am Himmel beschreiben würde.

Wir haben bereits bemerkt, dass diese Supposition der Neigung des Erdäquators zu ihrer Bahn Copernik selbst in Zweifel gegen sein System setzte; dass dieser geistvolle Mann nicht weiter konnte, um durch ein anderes System sein Werk alsogleich zu zerstören, ist wohl einleuchtend; dass aber seine Nachfolger das, was ihn mit Sorgen erfüllt hat, für ganz natürlich fanden, liefert den Beweis, dass man eine grosse Befriedigung in dem Bewusstsein fand, mit dem Himmel endlich fertig geworden zu sein.

f) Während die Erde ihren jährlichen Kreis beschreibt, muss sie sich als Sphäre — auch ohne die Rotation — von den Sternen graduell abwenden, ohne diese Abwendung, welche wie wir wissen im genauen Verhältniss mit der geringsten Bewegung ist und in 24 Stunden 3548″33, also für eine jede Zeitminute den Bogen von 2″464 beträgt, könnte das Phänomen der jährlichen „Umdrehung der Himmelssphäre“ nicht stattfinden.

Die Abwendung hat zur Folge, dass die Erdsphäre nebst ihren 365 Rotationen während des Jahres noch eine Umdrehung macht; ein Umstand, der die Begriffe über „Circularbewegung“ läutert, zugleich aber auch darthut, dass die Idee, nach welcher die Erde in der einen Hälfte ihrer Bahn rücklings gehen soll, eine ganz falsche und der Natur sowohl als auch den beobachteten Phänomenen entgegen ist. Würde die Erde rücklings gehen, so

Digitized by Google

könnte sie den Himmelskreis nicht beschreiben, d. h. ihre jährliche Bewegung würde durch den Sternhimmel nicht angezeigt sein, und die mittlere Zeit würde sich an die Stelle der Sternzeit setzen. Wird man zu der Einsicht gelangen, dass die geschlossenen Bahnen eine schlechte Einbildung sind, und dass die Erde in das Unendliche sich im Raume fortbewegt, so werden alle diese mehr als kindischen Ideen von sich selbst verschwinden.

g) Die Theorie fängt ihre „Darstellung der Erdbewegung" mit der Annahme an, dass die scheinbare jährliche Bewegung der Sonne um die fixe Erde vorgehet, worauf sie dann den Schluss gründet, dass die scheinbare Sonnenbewegung die wirkliche Erdbewegung ist, und dass man weiter nichts zu thun hat — wie Laplace sich ausdrückt — als an die Stelle der fixen Erde die fixe Sonne zu setzen. Aus dem Umstande, dass die scheinbare Sonnenbewegung im conträren Sinne der Himmelsumdrehung, das heisst im Sinne der Doppelbewegung der Erde vorgeht, wird es klar, dass diese Supposition eine falsche ist. Bewegen sich zwei Körper in derselben Richtung und mit derselben Geschwindigkeit — was hier der Fall ist — scheinbar oder wirklich, so kann keiner von beiden „um den andern" kreisen, somit ist die Sonnenbewegung auch scheinbar nicht um die Erde, somit ist die scheinbare Sonnenbewegung nicht die wahre Erdbewegung; dass sie aber diese mittelbar anzeigt, ist eine Thatsache. Das Phänomen der Sonnenversetzung zwischen den Sternen und ihr Durchwandern der Constellationen hat mit der scheinbaren Umdrehung des Sternhimmels direct nichts gemein, die Sonne befindet sich im Vergleiche zu den Sternen in einer kleinen Distanz von der Erde, und ihre perspectivischen Stellungen müssen in Folge der Erdcirculation das Phänomen ihrer scheinbaren jährlichen Bewegung erzeugen. Auch ist es ganz gleich, ob man sich vorstellt, dass die Himmelssphäre einen jährlichen Kreis beschreibt, die Sonne an derselben Stelle bleibend, oder dass die Erdbewegung das Phänomen hervorbringt. Sonne und Erde bleiben stets in derselben Entfernung von einander, sie bewegen sich in derselben Richtung, es ist somit klar, dass die Sonne theilnehmen müsse an dem durch das Firmament angezeigten Phänomen. Dieser Umstand enthält aber einen der stärksten Beweise, dass die Erde nicht um die Sonne kreiset.

Man hat — mit Tycho angefangen — unzählige Objectionen gegen das System von Copernik erhoben, welche die Theorie insgesammt und siegreich niedergetreten hat, denn das System musste um jeden Preis aufrecht erhalten werden, und doch ist der Umstand allein hinlänglich, das System zu vernichten, dass „Sonne und Erde sich in demselben Sinne bewegen."

Digitized by Google

Die „Neigung“ der Erde und der Planeten „gegen die Sonne,“ ihre gemeinschaftliche Richtung in ihrer Bewegung, ist für das System ein Räthsel, dessen Auflösung durch die sich „ruhend bewegende“ Sonne gegeben ist.

[11.] Die Theorie hat die Sonne thatsächlich mit der Erde ausgetauscht: sie hat definitiv entschieden, dass die Erde um den Mittelpunct der Sonne in einer geschlossenen Curve kreise, deren Halbmesser gleich der Sonnenferne ist. Sie hat aufgestellt, dass die scheinbare Bewegung der Sonne die wirkliche Bewegung der Erde ist. Hieraus folgt unausweichlich, dass alle die Phänomene und gleichzeitigen scheinbaren Bewegungen der Sonne durch die Erdbewegung erzeugt sind, dass somit die Erde alle diese Bewegungen in der Wirklichkeit vollzieht. Wenn nun die Theorie die von der Sonne gezeigten vielfältigen Erscheinungen nicht erklären kann, wenn sie deutlich sieht, dass diese sich mit der supponirten Bewegung der Erde nicht vertragen, so fällt es ihr dennoch nicht bei, nachzudenken und zu fragen, ob bei den bewandten Umständen es nicht möglich wäre, dass die Erde sich auf eine andere Art bewegt? Sie bleibt unerschütterlich fest bei ihrer Entscheidung, die Erde muss so kreisen, wie sie dies will, ob nun die Erscheinungen dadurch begreiflich sind oder nicht, das kümmert die Theorie wenig, sie fühlt sich ganz befriedigt, wenn sie diese durch Hypothesen erklären kann. Die Theorie will durchaus keine Studien machen, sie mag gar nicht denken, sie weiss Alles, sie hat nichts weiter zu suchen, ihre Wissenschaft ist geschlossen; wir aber, die wir die Characterstärke der Theorie gebührend anstaunen, wir dürfen ein wenig — studieren.

Die Sonne beschreibt täglich einen andern Tagbogen, während jener der Erde unverändert derselbe bleibt. Die variablen Geschwindigkeiten der Sonne lassen sich leicht auf die Erde übertragen, wenn man annimmt, dass diese im Winter am schnellsten, im Sommer hingegen am langsamsten sich bewegt. Da wir den periodisch oder nicht periodisch abwechselnden variablen Geschwindigkeiten als einem Hirngespinnste keinen Raum geben können, so sagen wir, dass dieses von der Sonne gezeigte Phänomen nicht durch die Erdbewegung direct hervorgebracht sein kann, sondern die Wirkung der Perspective ist, deren Stärke mit der geographischen Breite des Beobachters zunimmt. Wird man sich einstens, was nicht schwer ist, durch die am Aequator gemachten Beobachtungen überzeugen, dass dieses Phänomen eine Illusion ist, so wird man auch zu der Einsicht gelangen, dass man durch Explicationen aus Jahreszeiten und aus Localbeobachtungen keine allgemeine, sondern nur eine regionale Astronomie — componirt.

Digitized by Google

Die Sonne kommt nicht regelmässig in den Meridian, folglich ist ihre Rectascension variabel: die tägliche Aenderung derselben ist in vier Perioden von „früher und später“ eingeschlossen: sie ist unter dem Namen „Variation des Mittags“ bekannt und durch die Zeitgleichung in den Ephemeriden angegeben. Von diesem Phänomen, welches in der That Folge der Erdbewegung ist, hat die Theorie keinen Begriff, dafür aber manche abenteuerliche Ideen; wir fragen, welche sonderbare Bewegung müsste man der Erde zumuthen, um dieses Phänomen mit der Circulation um das Centrum und mit der geschlossenen Ellipse in Harmonie zu bringen?

Die Sonnendeclination ist — meint die Theorie — hinlänglich und klar erklärt durch die Neigung der Ecliptik zum Aequator! Diese Declination besteht aber nicht aus der einfachen Ausweichung der Sonne, abwechselnd von Süd nach Nord bis $23^{0}5$, sondern sie ist gleichfalls variabel, und ihre täglichen Aenderungen sind, so wie die Variationen des Mittags in vier Perioden eingeschlossen, woraus die enge Verbindung beider Phänomene hervorgeht. Diese Aenderungen der Sonnendeclination sind gleichfalls Folgen der Erdbewegung, sie geben aber den deutlichen Beweis, dass sich die Erde in der ihr von der Theorie angewiesenen Bahn nicht bewegen kann, sondern eine Bahn und eine Bewegung haben müsse, durch welche die beiden corelativen Phänomene möglich sind.

Es ist natürlich, dass die scheinbare Bewegung der Sonne eine Art Reproduction der Erdbewegung ist, und wir sagen, dass die scheinbare jährliche Bewegung der Sonne mit allen ihren Variationen und mit ihrer Ecliptik eine Revolutivperiode der Erde sowohl repräsentirt als auch die Totalität ihrer Bewegungen in sich enthält, dass aber aus dieser Thatsache der Schluss nicht gezogen werden kann, dass die Erde so um die Sonne kreiset, wie dies die Theorie glaubt.

[12.] In Bezug auf unsere gegenwärtigen Studien ist die Sonnendeclination das grösste, das Hauptphänomen des Himmels. Sie geht, wie wir wissen, während des Jahres in vier Abtheilungen vor. Zweimal Zero in den Nachtgleichen und zweimal in ihrem Maximum in den Solstizien. Vom Nullpuncte an verwendet jede Declination (Süd und Nord) drei Monate, um ihr Maximum zu erreichen, und drei andere Monate, um wieder zu einem Nullpuncte zu gelangen. Die grösste Geschwindigkeit ist in den Nullpuncten, die kleinste in den beiden Maxima: sie nimmt regelmässig ab und wieder zu. Es ist somit eine unverkennbare Circulation vorhanden.

Die Projection der Sonne ist eine parallactische; um sie auf der Nordseite des Himmelsäquators zu sehen, muss sich die Erde auf der Südseite desselben befinden und umgekehrt. Dieses Phänomen der graduellen Versetzung der Sonne auf beiden Seiten des Aequators könnte sich, die Veränderungen in der Geschwindigkeit der Declination ausgenommen, durch die einfache Neigung der Erdbahn zum Aequator erzeugen und würde somit dem System von Copernik nicht entgegen sein, aber es würde immer beweisen, dass die Sonne nothwendigerweise sich beständig im Aequator befinden muss.

Während die Sonne ihren scheinbaren grossen Kreis, die Ecliptik, beschreibt, beschreibt sie zugleich einen kleineren Kreis, dessen Dimensionen durch ihre Declination angegeben sind. Diese beiden Kreise sind, wie wir sehen, senkrecht auf einander: die Bewegung vom Occident nach dem Orient gibt den grossen, jene von Nord nach Süd den kleineren Kreis: die beiden Kreise aber vereinigen sich, um einen und denselben geneigten Doppelkreis, die Spirale zu bilden.

Aus diesem bekannten und genau beobachteten Phänomen haben wir nun die wahrscheinliche Erdbahn (Weg im Raume) abzuleiten und sagen, dass, von der Sonne aus gesehen, die Erde einen Kreis beschreibt, dessen Durchmesser gleich ist der Ausdehnung der Sonnendeclination.

Uebertragen wir auf diese Art die Phänomene der scheinbaren Sonnenbewegung insgesammt auf jene der Erde, so folgt, dass die Declination der Sonne auf beiden Seiten des Aequators die Abweichung der Erde von der Sonne ist.

Die Erde beschreibt somit jährlich eine Curve, deren Durchmesser nahe 47^0 beträgt. Dieser Winkel oder Bogen zwischen 46 und 48 Graden ist wohl ein merkwürdiges Himmelsphänomen, welchem man in Bezug auf das Sonnensystem so häufig begegnet. Fast alle Declinationen der zum Systeme gehörigen Körper befinden sich in diesen Grenzen, und wenn die Versetzung des Weltpoles in der Periode von 13000 Jahren gleichfalls 47^0 beträgt, so würde daraus folgen, dass die Sonne selbst mit ihrem System sich in einem Winkel von 47^0 bewegt. Es scheint somit, dass die conische Figur des Systems, wie wir diese als eine erste Annäherung betrachtet haben, in demselben Winkel enthalten ist.

Um unsere Begriffe über die Erdbahn stufenweise zu entwickeln, können wir uns vorläufig vorstellen, dass die Erde ein einfacher Pendel in kreisender Bewegung ist, dessen Faden vom Mittelpuncte der Sonne ausgeht. Während die Erde circulirt, beschreibt der Faden (radius vector) die Oberfläche eines Kegels, dessen Basis der von dem Pendel (Erde) beschriebene Kreis, so

Digitized by Google

stellt der Sonnenmittelpunct die Spitze eines regulären Kegels vor, dessen Seitenlänge die Entfernung der Erde von der Sonne ist; der Winkel des Kegels ist durch die Summe beider Sonnendeclinationen gegeben, welche zugleich den Durchmesser der Basis vorstellt. Dieser Winkel ist für das Jahr 1865 gleich $46^0\ 54'\ 36''$; die Axe des Kegels endlich ist, wie bekannt, senkrecht auf seine Basis. Der Durchschnitt dieses Kegels in der Richtung seiner Axe ist ein gleichschenkeliges Dreieck, dessen beide Seiten die Sonnenferne, dessen Basis die Declinationsausdehnung und dessen Höhe die Axe des Kegels vorstellen. In diesen beiden Figuren, deren eine statt der andern gesetzt werden kann, ist nun Alles bekannt.

Die Centralprojection des Kegels ist ein Kreis, dessen Mittelpunct die Sonne einnimmt und dessen Halbmesser die eine der Sonnendeclinationen — Süd oder Nord — in ihrem Maximum ist. Jede andere Projection gibt für den Kreisumfang oder für die Ebene der Basis eine Ellipse, welche je nach der Neigung des Kreises mehr oder weniger verlängert oder abgeplattet ist: in der Richtung seiner Ebene gesehen, wird der Kreis zu einer geraden Linie, in welcher sich dann die Sonne scheinbar auf- und abbewegt; der kreisende Pendel ist in diesem Falle in einen gewöhnlich oscillirenden umgewandelt.

Stellen wir uns nun vor, dass die Sonne unbeweglich ist, so ist dieser von dem Pendel (Erde) beschriebene Kreis jener, welchen wir die ursprüngliche Revolutivcurve der Erde genannt haben; sie ist eine in sich selbst zurückkehrende, eine geschlossene; sie bleibt in demselben Raum und die Erde bewegt sich darin in Folge der erhaltenen Impulsion ohne alle Veränderung ihrer Geschwindigkeit. In dieser Hypothese der fixen Sonne beschreibt die Erde einen jährlichen Kreis, der senkrecht auf der Kegelaxe ist; erscheint die Sonne in der Richtung dieser Axe, so ist sie im Aequator, in einer der Nachtgleichen, woraus sogleich folgt, dass die Kegelaxe in die Ebene des Aequators fällt. In diesem Augenblicke nimmt die Erde jenen Punct ihres Kreises ein, welcher entweder der Frühlings-, Herbst- oder der Nullpunct genannt wird. Nehmen wir an, es sei dieser Nullpunct der Frühlingspunct, so bewegt sich von hieraus die Erde stets in der Richtung gegen Süd und die Sonne weicht graduell gegen Nord ab. Ist die Erde den ersten Quadranten durchgelaufen, so befindet sie sich auf dem Endpuncte des einen Durchmessers ihres Kreises, die Sonne hat das Maximum ihrer nördlichen Declination erreicht und ist in dem Sommersolstiz, wenn wir nämlich die Orientirung des nördlichen Europa beibehalten. Durchläuft die Erde den zweiten Quadranten, so nähert sie sich mehr und mehr dem Herbst-Nachtgleichenpuncte und die Sonnendeclination nimmt bis Null ab. Von

Digitized by Google

diesem zweiten Aequinoctium aus verlässt die Erde die südliche Himmelshemisphäre, um in die nördliche einzutreten; der zweite Theil ihrer Revolution geht in umgekehrter Ordnung vor und die Sonnendeclination wird südlich. Nach vollbrachtem Umlaufe kehren Sonne und Erde zu ihrem Ausgangspuncte zurück.

Diese ist die Erdbewegung in ihrer ursprünglichen Curve mit der fixen Sonne, und der einzige Unterschied zwischen dieser Anschauung und jener der Theorie ist, dass die Erde nicht um den Mittelpunct der Sonne, sondern in einem bedeutenden Winkelabstand von diesem um die Kegelaxe kreiset. In dieser Voraussetzung der Erdbewegung ist die Jahresdauer constant und es gibt eben so wenig, wie mit dem System von Copernik, weder eine siderische Revolution, noch eine Präcession; es ist aber auch ersichtlich, dass hier die Erdbahn senkrecht auf der Kegelaxe, folglich die Erdaxe selbst in der Ebene des Aequators liegt.

Erinnern wir uns nebst dem, dass hier die Erde sich von Süd nach Nord und „vice versa“ bewegt, und dass ihr Aequator in der Bahnebene auf den Himmelsäquator senkrecht ist. Wir müssen somit in unseren Betrachtungen weiter gehen.

[13.] Gehörig studiert, zeigt die Sonnendeclination wohl diese zweite von der Erde beschriebene Curve während einer ihrer Revolutionen an, sie liefert aber zugleich den Beweis, dass diese Curve im Sinne der Perspective genommen, eine wirklich kreisartige ist, d. h. die Ausweichungen der Erde von einem central betrachteten Puncte in allen Richtungen und Stellungen unter sich gleich sind. Die tägliche Declination der Sonne geht mit scheinbar veränderlicher Geschwindigkeit vor sich, sie erreicht ihr Maximum in den Nachtgleichepuncten und nimmt an beiden Seiten des Aequators graduell ab, bis sie Null wird, wenn die Sonne die äussersten Grenzen ihrer Declination erreicht. Diese regelmässig zu- und abnehmenden Geschwindigkeiten tragen das Gepräge eines durch eine gleichförmige Bewegung beschriebenen Kreises.

Die Sonnenwenden waren zu allen Zeiten bekannt, man kannte somit auch die veränderlichen Geschwindigkeiten der Sonnendeclination, nie aber hat man aus diesem höchst merkwürdigen Phänomen irgend etwas gefolgert, im Gegentheil hat man eine Erdbahn aufgestellt, in welcher diese Erscheinung sich nicht erzeugen kann. Aus diesem Grunde gibt sich die Theorie auch keine Mühe, die Declination der Sonne und die mit dieser verbundene Variation der Bewegung zu erklären; sie begnügt sich zu sagen, dass dieses Phänomen ein „natürliches“ ist; man kann aber fragen, wie konnte die Theorie zur Doctrine erheben, dass die Geschwin-

Digitized by Google

digkeit der Sonne in der Ecliptik in demselben Moment die grösste ist, in welchem sie sich im Solstiz „sol stat“ befindet?

Es ist wohl Jedermann bewusst, dass für unsere Vision auch die Bewegung verschiedene Aspecte hat, und dass, obwohl sie gleichförmig ist dennoch sich variabel zeigt. Betrachten wir einen, in welch immer Linie sich bewegenden Körper, so erscheint uns seine Geschwindigkeit dann am grössten, wenn die Richtung seiner Bewegung senkrecht auf unsere Gesichtslinie ist; jede Angularposition, jede Neigung unserer Sehlinie zur Richtung der Bewegung ändert die scheinbare Geschwindigkeit eben im Verhältniss des Neigungswinkels; nimmt dieser Winkel von 90° an nach und nach ab, so nimmt auch die Geschwindigkeit in demselben Verhältniss ab; wird der Winkel Null, coincidirt die Richtung der Bewegung mit unserer Sehlinie, so ist gar keine Bewegung mehr wahrzunehmen, „corpus stat.“

Ist die Sonne im Aequator, so ist ihre scheinbare Bewegung senkrecht auf unsere Vision gerichtet, indem diese mit der Richtung der Kegelaxe zusammenfällt, welche Axe ihrerseits senkrecht auf die von der Erde beschriebene Kreisebene ist; in diesem Puncte — der Nachtgleiche — ist somit die scheinbare Geschwindigkeit der Declination in ihrem Maximum, von da an nimmt sie stufenweise nach der Krümmung des Kreises ab, um wieder, je nach der Richtung der Erdbewegung zuzunehmen.

In den beiden Endpuncten des einen Kreisdurchmessers geht die scheinbare Sonnenbewegung in der Richtung unserer Vision, in den beiden Endpuncten des andern — auf diesen senkrechten — Durchmessers aber gleichfalls senkrecht vor. Somit sehen wir in den Solstizien, welche die Stationen der Sonnendeclination vorstellen, momentan gar keine Bewegung etc.

Dieses Phänomen lehrt uns, dass die Bewegung eines Weltkörpers eben so eine Projection ist, wie jede seiner Positionen, und dass sich die variablen Geschwindigkeiten trotz der gleichförmigen Bewegung nothwendigerweise erzeugen müssen. Dieser Umstand scheint den Alten gänzlich entschlüpft zu sein, von den Neueren wird er gar nicht beachtet, für diese sind die scheinbar variablen Geschwindigkeiten wirklich veränderliche.

Es war zu allen Zeiten erkannt, dass die Bewegung der Planeten, Rotation und Translation, in derselben Richtung vorgehen, dass sie insgesammt denselben Weg einschlagen, wie dies auch der Umstand zeigt, dass ihre Bahnen fast in derselben Ebene zu liegen scheinen; es war bekannt, dass die Richtung ihrer Bewegung gegen die Sonne ist, so wie später Kepler und seine Nachfolger die Neigung (tendence) der Planeten gegen die Sonne erkannten. Dieses „ausserordentliche“ Phänomen konnte nie begriffen

Digitized by Google

werden, denn mit dem System von Copernik wird es noch unerklärlicher, da nach diesem die Planeten eben so wenig gegen die Sonne sich bewegen als der Mond mit der Erde sich nach derselben Richtung bewegt. Ja es hat sich alsbald herausgestellt, dass der „Neigung" sich die „Abneigung" substituirt hat, und dass die Planeten trachten die Sonne zu fliehen.

Da nun die Sonne ihre wirkliche Bewegung manifestirt, ist das Räthsel gelöst, die Planeten folgen ihr, müssen daher wohl denselben Weg wandern. Es ist zu spät, die gelehrte Welt hat sich mit dem System von Copernik zu tief eingelassen, die Ideen wurden verknöchert, der Gedanke ward paralysirt!

Aus unseren Betrachtungen geht es hervor, dass die ursprüngliche Circulation der Erde um die Axe des Kegels vorgeht, welche den von der Sonne durchgelaufenen Weg, oder die von ihr beschriebene Linie vorstellt: diese Axe aber, wie wir dies immer deutlicher sehen werden, liegt in der Ebene des Himmelsäquators, woraus dann folgt, dass die Bewegung der Sonne im Aequator selbst vorgeht.

Nachdem wir diesen Kreis, die ursprüngliche Erdbahn, direct aus den Beobachtungen selbst abzuleiten suchen, so können wir sie auch in Bezug auf die mit ihr verbundenen numerischen Verhältnisse betrachten.

[14.] Sind der Winkel des Kegels und der Halbmesser seiner Basis gegeben, so folgt, wenn der Diameter dieser Basis als Einheit genommen ist, Länge der Axe = 1·114215, und ihre Seitenlänge = 1·221311. Diese letztere Zahl repräsentirt die Entfernung der Sonne von der Erde.

Der Diameter der Basis oder der ursprünglichen Erdrevolutivcurve ist durch die beiden Declinationen der Sonne, oder was dasselbe ist, durch die doppelte Schiefe der Ecliptik gegeben. Beide Elemente sind veränderlich, und werden jedes Jahr durch andere Zahlen ausgedrückt; überdies erscheinen die Grenzen der beiden Sonnendeclinationen, die sich auf den Mittelpunct der Sonnenscheibe beziehen, auch für die verschiedenen Breitengrade der Erde verschieden. Um bei einer Zahl stehen zu bleiben, nehmen wir jene Schiefe der Ecliptik an, welche in den Ephemeriden für das Jahr 1865 mit 23° 27′ 24″ angegeben ist, also 84444″ beträgt. Der Diameter der Curve ist somit das Doppelte dieser Zahl und ihre Grösse durch die Sonne selbst gegeben.

Nehmen wir den scheinbaren Durchmesser der Sonne mit 31′ 31″ an, so finden wir:

Durchmesser der Revolutivcurve = 89·3115 Sonnendiameter
= 10008·2447 Erddurchmesser
= 31,910400 Meil. zu 4000 Metr.

Digitized by Google

Hieraus folgt nach den oben gegebenen Verhältnisszahlen:

Länge der Axe = 35,555000 Meilen

Sonnenferne = 38,972500 Meilen.

Wir haben bereits vielfältig ersehen, dass die Ecliptik nichts anderes, als der von der Sonne jährlich scheinbar beschriebene Kreis ist, dessen Halbmesser durch die Erdferne vorgestellt wird; hieraus folgt, dass die theoretische Erdbahn, in Bezug auf ihre Ausdehnung in der That gleich dem Kreise der Ecliptik ist. Vergleichen wir die Dimensionen der eben gefundenen Erdcurve mit jenen der Ecliptik, so verhalten sich diese beiden wie 1 zu 2·442622; die theoretische Erdbahn ist somit beiläufig $^3/_2$mal grösser als die aus den Phänomenen abgeleitete.

Wir haben bemerkt, dass der kleine Kreis in dem grösseren enthalten ist; d. h. beide vereint bilden einen und denselben Kreis. Die Differenz zwischen den beiden, isolirt genommenen Kreisen ist = 1·442622. Wir können demnach den grossen Kreis so betrachten, als würde er aus zwei Kreisen zusammengesetzt sein, deren Halbmesser 1 und 1·442622 sind, und deren Summe die Totalität des, von der Erde jährlich durchgelaufenen Linearraumes vorstellt. Diesen Verhältnisszahlen werden wir in der Folge oft begegnen.

Die Sonne bewegt sich in der Richtung der Kegelaxe, bestimmt somit den Himmelsäquator und dessen momentane Ebene. Die Sonne zieht die Erde — wie ihr System — mit und nach sich; diese Führung ändert die ursprüngliche Stellung der Erde, ändert folglich die relative Lage ihres Aequators, welche in der Bahn stets voraus ist.

Wir können uns nun vorstellen, dass zwei Kräfte auf die Erde zugleich einwirken, die eine ist die impulsive Kraft, welche sie ursprünglich in Bewegung setzte, die zweite die Sonnenanziehung, in Folge welcher sie die Sonne begleitet. Die erstere Kraft ist durch die eigene Geschwindigkeit der Erde, die letztere durch jene der Sonne repräsentirt. Diese zwei Kräfte wirken auf die Erde in zwei auf einander senkrechten Richtungen, es ist somit wahrscheinlich, dass die Erde die Richtung der Resultante einschlage, dass sie sich in der erzeugten Diagonale bewege.

Auf den Kegel bezogen ist diese Diagonale jene Linie, welche die Erde mit der Sonne verbindet, diese ist zu der Axe 23° 27′ 24″ geneigt; die Seitenlänge des Kegels repräsentirt somit die Resultante der beiden Kräfte, sie liegt im halben Winkel des Kegels, sie ist die Schiefe der Ecliptik selbst.

Während die Erde circulirt, bewegt sich die Sonne. Erinnern wir uns, dass eine Bewegung in gerader Linie in Bezug auf einen Weltkörper nur eine Redensart ist, dass daher die Sonne eben so

Digitized by Google

wie jeder andere Himmelskörper in einer Doppelcurve sich bewegt; die Krümmung der Sonnenbahn kann aber im Vergleich zu jener der Erdbahn nur eine geringe sein, und wir können unbeschadet der Deutlichkeit uns vorstellen, dass während einer Jahresperiode die Sonne einen so kleinen Bogen beschreibt, dass dessen Krümmung nicht nothwendigerweise in Anschlag zu bringen ist. Nach den Beobachtungen bewegt sich die Erde, so wie scheinbar die Sonne in einer zum Himmelsäquator $23^0\,27'\,24''$ geneigten Curve; diese Curve war nach unserer ersten Annahme und annähernden Betrachtung senkrecht auf denselben Aequator. Die Sonne muss somit die erforderliche Geschwindigkeit haben, um die ursprüngliche Richtung der Erde und ihres Aequators so zu modificiren, dass die früheren 90^0 der Neigung zur Kegelaxe sich in eine Neigung von $23^0\,27'\,24''$ verwandeln.

Man findet dass diese Resultante durch zwei Kräfte hervorgebracht werden kann, die sich wie 1 zu 1·442622 verhalten. Ist demnach die eigene — ursprüngliche — Geschwindigkeit der Erde = 1, so ist jene der Sonne = 1·442622; die Summe beider = 2·442622, wird somit die Totalität der Erdgeschwindigkeit vorstellen, welche aus ihrer eigenen und aus der Sonne Führungsgeschwindigkeit besteht. Das Verhältniss beider Bewegungen ist constant; bewegt sich die Erde in ihrer Revolutivcurve einen Grad oder eine Meile, so ist die Sonne 1·442622 Grade oder Meilen vorgeschritten; hat die Erde ihre ganze Curve beschrieben, so hat die Sonne einen Weg gemacht, der gleich ist dem Umfange der Erdcurve, diese 1·442622mal genommen etc.

Die ursprüngliche Curve ist verlängert, ausgedehnt, die Spirale ist gebildet; sie windet sich um die Axe des Kegels, um die Sonnenbahn: ein Faden in diesem Winkel um einen Cylinder gerollt, gibt das Bild eines ausgebreiteten Spiralringes, eines Stückes der Erdbahn. Diese cylindrischen Spiralringe folgen und reihen sich von Jahr zu Jahr auf einander, sie setzen sich in das Unendliche fort, so wie die Sonne ihren Weg fortsetzt, und keine Wiederkehr ist möglich.

Der Spiralring einer Revolutivperiode gibt unter anderen zwei Hauptprojectionen, die eine ist central und ist, wie wir schon bemerkt haben, ein Kreis, dessen Mittelpunct die Sonne einzunehmen scheint; ihre Längenprojection ist eine Schlangenlinie, eine sehr platte Ellipse, der Länge nach in zwei Hälften getheilt und diese Hälften neben einander so gelegt, dass die Concavität beider Hälften der Sonnenbahn (Axe) zugekehrt ist. Ein treues Bild dieser Lateralprojection ist durch jenes Diagramm gegeben, welches auf den Himmelskarten die beiden Himmelshemisphären projicirt darstellt, in diesem Diagramm schneidet der Himmelsäquator die

Digitized by Google

beiden Hemisphären als eine gerade Linie durch und um diese herum schlängelt sich die Ecliptik in ihrer bekannten Neigung.

Ein Spiralring enthält somit zwei Kreise, die sich auf einander senkrecht projiciren und deren Radien sich wie 1 zu 1·442622 verhalten; ihre Summe ist also die Totalität des Spiralringes und besteht aus den beiden Bewegungen der Sonne und der Erde. d. h. sie stellt den Raum vor, welchen beide Himmelskörper zugleich und vereint durchfliegen.

[15.] Die numerischen Ausdrücke der Grösse beider Kreise während einer Revolutivperiode sind:

Halbmesser der Erdcurve . . .	= 15,955200	ihr Umfang . . .	100,249500
„ „ zweiten Curve	= 23,017300	Sonnenbewegung	144,622500
Summe beider	= 38,972500		244,872000 Meilen.

Hieraus folgt:

Geschwindigkeit der Erde in der Secunde	3·17677
„ „ Sonne „ „ „	4·58291
Zusammen	7·75968 Meilen,

woraus dann folgt, dass z. B. der Tagbogen der Erde selbst nach diesem Verhältniss der Geschwindigkeiten sich zerlegt und es kommen

auf die eigene Geschwindigkeit der Erde	1452″67 und auf die
Führungsgeschwindigkeit der Sonne . . .	2095″66 also
im Ganzen	3548″33.

Die Revolutivcurve, sagen wir, der Circulationskreis der Erde dessen Umfang zufällig nahe das Quadrat des Erdumfanges am Aequator ist, dehnt sich demnach in einer Länge von 144·6 Millionen Meilen aus, seinen Durchmesser jedoch unverändert beibehaltend, indem die Verlängerung durch die additionelle Sonnenbewegung erzeugt ist.

Da die Linearausdehnung des Spiralringes gleich ist dem Umfange der scheinbaren Ecliptik, so könnte man sich auch vorstellen, dass ein ursprünglich gleich grosser Kreis der Erde sich in die Spirale verwandelte; diese Vorstellung würde jedoch die Führungsgeschwindigkeit der Sonne ausschliessen. Will man nun diesen ausgedehnten Spiralring als jene Erdbahn betrachten, welche einer Revolutivperiode entspricht und derselben Axen zuschreiben, so werden sich diese wie 1 zu 4·5321 verhalten. Die beiden von der Erde zugleich beschriebenen Kreise sind somit in eine continuirliche Doppelcurve verschmolzen, deren Neigung zur Sonnenbahn nach allen Richtungen (um die Axe des Kegels rundherum) genau dieselbe ist. Es gehört zu den Eigenthümlichkeiten der cylindrischen Spirale, dass die beiden sie bildenden Kreise senkrecht

auf einander sind. Die Neigung der Spirale zur Sonnenbahn hindert nicht, dass die beiden Kreise trotz ihrer Elongation, trotz ihrer Verschmelzung dennoch senkrecht auf einander bleiben, wovon wir uns durch die Phänomene direct überzeugen können. Da wir wissen, dass Rotation und Translation, oder tägliche und jährliche Bewegung in demselben Sinne vorgehen, so können wir sagen, dass diese beiden Bewegungen gleichfalls in dem Himmelsäquator oder doch beiläufig in dessen Ebene vorgehen, indem die Dimensionen der Erdbahn im Vergleich zu dem Sternhimmel fast verschwindend sind.

Der grosse scheinbare Kreis, der die beiden in sich fasst und jährlich von der Erde beschrieben wird, ist der allgemein bekannte; er ist, wie wir wissen, durch die Himmelssphäre, von den einzelnen Sternen und auch durch die Sonne angezeigt; der kleine Kreis ist durch die Sonne deutlich reproducirt und beschreibt sich senkrecht auf den Aequator. Nennt man die Richtung der Bewegung im grossen Kreise von West nach Ost, so muss man jene im kleinen von Nord nach Süd nennen.

Wir sehen, dass die Haupt-, die eigentliche Revolutivcurve der Erde die kleinere ist, wir haben sie die ursprüngliche genannt, weil sie der Erde eigenthümlich zugehört und von der Sonnenbewegung (Attraction) von jeher unabhängig war; sie bestimmt die Dauer einer Revolutivperiode, und man kann annehmen, dass während dieser Dauer die Erde 360 Grade beschreibt; ihre Längenausdehnung, ihre Transformation in die Spirale hat keinen Einfluss auf die Jahresdauer: es könnte die Verlängerung dieser Curve, also die Geschwindigkeit der Sonne, grösser oder kleiner sein, ohne dass eine Revolutionsdauer der Erde irgend eine Aenderung erleidet; der additionelle Weg von 144 Millionen Meilen, welchen die Erde, der Sonne folgend, mehr durchwandert, combinirt sich mit den 100 Millionen Meilen, die sie mit ihrer eigenen Geschwindigkeit durchläuft, um den uns bekannten grossen Kreis — den cylindrischen Spiralring — hervorzubringen: dieser grosse Kreis (die theoretische Erdbahn), ist durch die Sonne aus dem Grunde nicht direct angezeigt, weil er von der Erde in der Richtung der Sonnenbewegung beschrieben wird.

Aus diesen Bemerkungen wird es immer deutlicher, dass die Sonne die Ecliptik auch scheinbar nicht beschreibt, und dass dieses jährliche Phänomen erst durch ein näheres Studium begreiflich wird. Es könnte indessen manchem Leser auffallen, dass wir von dem Ausdruck „Kreis“ einen zu häufigen Gebrauch machen; mit einigem Nachdenken wird er jedoch selbst erkennen, dass dieses Wort einen ausgedehnten Sinn hat, welchen es noch immer beibehält, wenn wir z. B. einen gegebenen Kreis durch verschiedene

Digitized by Google

Biegungen in verschiedene Figuren so transformiren, dass seine Linie nie eine gerade wird, sondern eine oder mehrere Krümmungen beibehält. Alle Arten von gekrümmten Linien, welche sich als Kreise projiciren lassen oder auf 360 Grade zurückgeführt werden können, kann man kreisförmige nennen. So z. B. hat man durch oder mit dem Buchstaben S oder mit der Ziffer 8 einen Kreis beschrieben, die Schlangenlinie, die Ellipsen, die Cycloiden, mehrere Arten von Spiralen etc. projiciren sich kreisartig, und man kann einen Theil einer sonst endlos fortlaufenden Figur, welcher 360° enthält, als einen durch die Circulation erzeugten Kreis betrachten. Das Wort „Circulation" erinnert uns schon an eine kreisende Bewegung, ohne dass hiedurch unmittelbar ein Kreis beschrieben würde; da nun eine vollbrachte Circulation oder Revolution 360 angebbare Grade enthalten soll, so ist es selbstverständlich, dass diese sich auf den Kreis beziehen. Die doppelt gekrümmte Erdbahn, so wie wir uns diese durch einen cylindrischen Spiralring vorstellen, wenn es sich um einen der Jahresperiode entsprechenden Theil derselben handelt, ist in der That ein transformirter Kreis, und Jedermann kann diesen Spiralring selbst nachahmen, wenn er z. B. ein Bleidrahtstück zuerst in einen Kreis biegt, dann aber diesem Kreise noch eine Krümmung gibt und denselben zugleich in die Länge zieht. Einfacher ist es, wie wir bemerkt haben, einen solchen Bleidraht um einen Cylinder zu winden; ist die Windung stets 23° 27'5 zur Axe des Cylinders geneigt, so entsteht das Bild der von der Erde beschriebenen Figur.

Nie hat noch Jemand am Himmel eine in sich selbst zurückkehrende Linie, eine geschlossene Curve beobachtet; kein Himmelskörper kommt nach dem Beschreiben von 360 Graden auf seinen Ausgangspunct zurück; ein eigentlicher Kreis existirt somit in den Himmelsräumen nicht, so wie da überhaupt keine geschlossene geometrische Figur existiren kann, wo mit der allgemeinen Bewegung zugleich die beständige Weiterversetzung im Raume verbunden ist. Dass die kreisenden Weltkörper nach ihrer vollbrachten Revolution nie ihre frühere Stelle wieder einnehmen, ist durch alle Phänomene der Bewegung, insbesondere aber durch den Mond grossartig bewiesen.

Wir haben gesehen, dass die tägliche scheinbare Bewegung der Sonne schon in Spiralringen vorgeht, und es ist Jedermann bekannt, dass sie täglich an andern Puncten des Himmels auf- und untergeht. Nach der vollbrachten jährlichen Revolution kehrt die Sonne nicht zu ihrem Anfangspuncte zurück, sondern sie ist 50''3 westlich von diesem, woraus ersichtlich wird, dass die fortgesetzte Projection der Ecliptik selbst gleichfalls eine Spirale ist. Von einem Puncte der Erdoberfläche — in Rotation — sollte man

Digitized by Google

doch voraussetzen können, dass die Projection einer seiner Umdrehungen, welche in der kurzen Zeit von 24 Stunden vorgeht, eine geschlossene Curve sein dürfte. Auch dies ist nicht der Fall, denn während dieser Zeit ist die Erde in ihrer Bahn vorwärts gegangen, sich entweder gegen Süd oder gegen Nord versetzend, und der Stern, der zum zweiten Mal in den Meridian tritt, hat seine Declination — wenn auch nur um eine geringe Quantität — geändert. Alle die zahllosen Sterne zeigen während ihrer scheinbaren jährlichen Bewegung deutlich auf eine continuirliche Circulation und zugleich auf die Versetzung der Curve; auch sie zeigen die Spirale an. Wenn demnach die Theorie geschlossene Bahnen, ein Flächengesetz aufstellt, so macht sie sich von den Beobachtungen — welche sie offenbar ignorirt — unabhängig, und wenn die Analyse nur durch die geschlossenen Bahnen und ihre invariablen Ebenen ihre Beweise führen kann und auch führt, so beweiset sie zugleich, dass sie sich an das Ideale hält und mit dem Realen nichts gemein hat.

[16.] Die Bewegung oder Circulation der Erde *um* die Sonnenbahn erklärt alle mit der scheinbaren Sonnenbewegung verbundenen Phänomene und lässt zugleich höhere Ideen über ihre Anziehung zu. Es ist aber ein Umstand mit dieser hier betrachteten Spiralbewegung verbunden, der um so wichtiger, als er schwer aufzufassen ist, auch scheint er, wenn nicht direct mit den Beobachtungen, doch mit der allgemeinen Ansicht im Widerspruch zu sein: dieser Umstand ist die relative Stellung des Erdäquators zu der Bahnlinie. Lässt man die Erde mit ihrem Aequator in der Bahnebene und voraus sich bewegen, so kann man sicher sein, dass in einer geschlossenen Curve die Rotationsaxe ihren Parallelismus erhält, sei nun die Lage dieser Curve in Bezug auf eine andere Curve oder deren Ebene welche immer, sei sie senkrecht, wie wir anfänglich die Revolutivcurve betrachtet haben, oder geneigt zu der Sonnenbahn, Himmelsäquator genannt, so ist nichts geändert; so wie aber die geschlossene Curve sich in eine doppelte, endlose verwandelt, so wird der Parallelismus — der ersten Anschauung nach — unmöglich. Wenn wir consequent uns an das Princip halten, dass Rotation und Translation in demselben Sinne vorgehen, so handelt es sich darum, zu erwägen, welchen Effect die Versetzung der Rotationsaxe während des jährlichen Laufes der Erde hervorbringt. Indem die ursprüngliche Stellung der Bahnlinie durch die Sonnenbewegung von 90^0 auf 23^05 zurückgeführt wurde, änderte sich eben so die Lage des Erdäquators; so sind nach dieser Anschauung Erdbahn und Erdäquator 23^05 gegen die Sonnenbahn geneigt. Der Zusammenhang der beobachteten Erscheinungen mit den theoretischen Begriffen stellt sich immer

Digitized by Google

deutlicher heraus. Ist die Ecliptik die Erdbahn, so ist ihr Aequator zu dieser nicht geneigt, ist sie die Sonnenbahn, so ist die Neigung da. Die Illusion aber ist wahrnehmbar, denn die Sonnenbahn liegt in der Ebene des Himmelsäquators, woraus folgt, dass die Neigung des Erdäquators sich auf diesen bezieht. Verfolgt man genauer diese Bewegung der Erde, weiss man, dass ihre Hauptrichtung jene der Sonnenbewegung ist, so wird auch dieser Umstand aufgeklärt.

Um sich eine haltbare Idee über diese Bewegung der Erde zu machen, muss man seine Gedanken an dieser sich im Raume ausdehnenden und beständig sich versetzenden Spirale festhalten, ohne dass man sich eine bereits fertige Bahnlinie einbildet, in welcher die Erde sich zu bewegen hat, man muss von der eingeführten Orientirung und den Coordinaten abstrahiren, welche ohnehin nur Verwirrung stiften. In der That ist es schwer zu sagen, was man mehr bewundern soll, den sublimen Mechanismus der Bewegung oder die Art, wie er sich durch die von der Erde aus beobachtbaren Phänomene beurkundet. Die Frage über die wirkliche Lage des Erdäquators, des Parallelismus der Rotationsaxe, hat in der letzten Instanz der Sternhimmel zu entscheiden.

Dem Leser ist es bekannt, dass, je mehr man sich Mühe gibt, für Jedermann verständlich zu sein, desto weniger man sein Ziel erreicht, und dass minutiöse, weitschweifige Erklärungen am Ende ermüdend einwirken: aus diesem Grunde überlassen wir das Detail der Erdbewegung dem Selbststudium und begnügen uns, nur jene Umstände in Erwägung zu ziehen, welche uns in Bezug auf die Neuheit des Gegenstandes gewichtiger erscheinen.

Betrachten wir noch einmal den Kegel, dessen Axe die Sonnenbahn, der eine Diameter seiner Basis die Linie der Solstizien ist. Die erste fällt in die Ebene des Himmelsäquators, der zweite ist parallel mit der Linie der Weltpole, Weltaxe genannt.

Setzen wir nun voraus, dass die Erde sich an dem einen Endpuncte der Solstizlinie befindet; in dieser Stellung ist der Winkelabstand der Erde von der Sonne $= 46^0\,54'\,48''$; bewegt sie sich nun gegen den einen der Nachtgleichenpuncte, so wird sie sich stufenweise der Sonne zuwenden, angular nähern; hat sie sich $23^0\,27'\,24''$ der Sonne zugewendet, so ist diese in einem der Nachtgleichenpuncte; der Effect ist somit, als hätte sich die Sonne gleichfalls um diesen Winkel der Erde zugewendet, und die Differenz des Winkelabstandes ist $= 0$. Von dem Nachtgleichenpuncte an wendet sich die Erde von der Sonne wieder ab, um auf das andere Ende der Solstizlinie zu gelangen etc.; die auf einander folgenden und abwechselnden Ab- und Zuneigungen während des Jahres bringen analoge Bewegungen in dem Erdäquator und in der

Digitized by Google

Erdaxe, und ihre Neigungen den perspectivischen Effect hervor, als würde der Erdäquator um die Kegelaxe, die Erdaxe um den Durchmesser der Kegelbasis, um die Linie der Solstizien jährliche Kreise beschreiben. Diese Bewegungen werden von den Sternen in einem sehr kleinen Maassstabe angezeigt.

Stellen wir uns der grösseren Einfachheit wegen vor, dass die Erde sich in der Linie der Solstizien auf- und abbewegt, um von dem einen Endpuncte zum andern und von da wieder zurück zu gelangen; so haben wir dasselbe Phänomen, welches die Sonnendeclination in umgekehrter Richtung zeigt; dass diese Bewegung senkrecht auf die Ebene des Himmelsäquators vorgeht, ist an sich deutlich. Ist die Erde z. B. an der Grenze ihrer südlichen Abwendung, so ist die Sonne im Maximum ihrer nördlichen Declination, und so weiter. Es scheint demnach, dass die beiden Himmelskörper sich in derselben Curve bewegen und stets 180^0 von einander abstehend, immer sich gegenüber sind. In die Aequinoctialpuncte gelangt, ist die Coincidenz dreier Aequatoren vorhanden; die Ebenen des Himmels-, des Sonnen- und des Erdäquators fallen zusammen. Diese Bewegung der Erde ist durch die in den Ephemeriden enthaltenen Zahlen der Sonnendeclination vollständig gegeben. Die gegenseitigen Stellungen der Sonne und der Erde erklären die Beleuchtung der letzteren durch die erstere, und die Theorie der Jahreszeiten stellt sich einfach dar.

[17.] Die Theorie sagt, „der Erdäquator ist eben so viel zu der Erdbahn geneigt, als diese zum Himmelsäquator geneigt ist.“ Dieser Schluss oder eigentlich „Satz“ ist aus dem Umstande gezogen, nach welchem der Erdäquator und seine Pole mit jenen des Himmels zusammenfallen. Wie ist aber die Theorie zu diesem Satze gelangt? Vor Copernik war die fixe Erde im Mittelpuncte der Himmelssphäre und die Sonne beschrieb — eben so wie noch heute — einen jährlichen Kreis, der gegen den Himmelsäquator $23^0\,27'$ geneigt ist. Was war aber dazumal dieser Himmelsäquator? Die ganze Himmelssphäre drehte sich täglich, so wie auch das Jahr hindurch noch einmal in ihren Angeln und um dieselbe Erde. Nachdem es sich erwies, dass dieses Phänomen durch die Erdrotation hervorgebracht ist, wurde es klar, dass der Weltäquator und die Weltpole die Reproduction oder die Projection jener der Erde sind, woraus dann die Erkenntniss hervorgehen musste, dass der Himmel weder einen Aequator noch Pole hat. Nun schloss man weiter; ist die drehende Bewegung der Himmelssphäre keine Realität, so ist jene der Sonne gleichfalls nur eine scheinbare, und muss durch dieselbe Erdbewegung hervorgebracht sein. Hieraus folgerte man, dass die Erde wirklich und genau den scheinbaren Kreis der Sonne beschreibt, und da man

Digitized by Google

früher geglaubt hat, dass die Sonne um den Mittelpunct der Erde kreiset, so folgt, dass nunmehr die Erde um den Mittelpunct der Sonne kreisen müsse, d. h. man hat nichts anderes zu thun, als der fixen Erde die fixe Sonne zu substituiren, wodurch dann alle beobachteten Phänomene erzeugt und auch erklärt werden können.

Die frühere Erdstellung war aber eine Hypothese; vertauscht man nun die Erde mit der Sonne, so ist man bei derselben Hypothese geblieben. Die Theorie sagt dann weiter: die Erdbewegung ist zwar nicht beobachtbar, gewiss aber muss sie, von der Sonne aus gesehen, genau die Ecliptik beschreiben und sich zwischen den Constellationen und ihren Sternen versetzen, folglich muss ihre Bahn $23^0\,27'$ etc. zum Himmelsäquator geneigt sein.

Für uns ist es — bis hieher — hinlänglich zu bemerken, dass die Theorie erkennt, die Ecliptik sei eine Projection, und die projicirte Sonne bewege sich in der Erdbahn mit der Erde zugleich und in derselben Richtung, und dass demnach die beiden Körper stets 180^0 von einander abstehen: ohne diese Bedingungen könnte die Projection nicht auf diese Art stattfinden.

Als später die Ellipse und die mit ihr verbundenen variablen Geschwindigkeiten erfunden wurden, hat die Theorie den Satz beibehalten „die scheinbare Bewegung der Sonne ist die wirkliche Bewegung der Erde.“ Wir werden auf diesen Umstand bald zurückkehren und bemerken vorerst, dass, wenn die Ebene des Erdäquators mit der Sonnenbahnebene, also mit dem Himmelsäquator zusammenfällt, es keine Jahreszeiten gibt: es ist aber klar genug, dass, wenn Sonne und Erde in derselben Richtung sich fortbewegen, der um die Sonne circulirende Erdäquator mit jener als parallel betrachtet werden kann, welche Bahn, wie wir dies schon oft erwähnten, definitiv der Himmelsäquator ist.

Die richtige Auffassung der Bedeutung mancher technischer Ausdrücke sollte aus unseren Studien hervorgehen. Es zeigt sich z. B., dass der Himmelsäquator, durch die Rotation momentan erzeugt, die Richtung der Sonnenbewegung ist, hieraus wird klar, dass dieser Aequator und die Himmelspole ihre scheinbare Lage — welche sich stets auf die Erde bezieht — in Bezug auf die Constellationen oder ihrer Sterne sich beständig ändern müssen, je nach der Richtung der Sonnenbewegung. Es ist somit abermals die Sonne, welche für die Erde und für die übrigen Planeten den veränderlichen Himmelsäquator momentan angibt oder bestimmt.

Eine eigentliche Neigung einer Bahn zur andern oder gar ihrer Ebenen existirt am Himmel — im Raume — nicht; es können sich demnach weder Bahnen oder Kreise, noch Ebenen in dem Sinne durchschneiden, welchen die Theorie angenommen hat. Die

Digitized by Google

Erdbahn als Bahn ist gegen die Sonnenbahn nicht geneigt, sie stehen von einander in einem angebbaren Winkel ab und der Abstand bleibt unverändert derselbe. Nennen wir den Halbmesser der Erdcurve den Krümmungshalbmesser, so wird diesem die Spirale in allen ihren Puncten entsprechen. Die sogenannte Erdbahn windet sich demnach um die Sonnenbahn mit derselben Krümmung, in demselben Abstand. Eben so wenig schneiden sich diese Bahnen, als die Mondesbahn die Erdbahn durchschneidet. Was man Durchschnittspuncte nennt, wird somit die Position des fraglichen Körpers, höchstens ein Vorübergehen bei einer vorausgesetzten Linie sein. Die Worte „Neigung“ und „Durchschnitt“ sind demnach in diesem Sinne zu nehmen.

Nie soll man es vergessen, dass die Beobachtungen über Phänomene gemacht werden, welche auf jene Himmelssphäre projicirt sind, deren Ausdehnung und Entfernung wir zu begreifen suchen. Stellen wir uns vor, dass das Sonnensystem sich in diesem Raume bewegt, dass die während mehrerer Jahre auf einander folgenden Erdspiralen in diesem Raume beschrieben sind und diese sich scheinbar gegen den Himmelsäquator hinschlängeln, so müssen wir erkennen, dass dieser ausgedehnte Spiralring oder der von demselben eingenommene Raum auf den Himmel sich nicht in einen Winkel von 47° projiciren könne und wir müssen begreifen, dass aus der Neigung der Erdbahn oder des Erdäquators zur Sonnenbahn dieselbe Neigung zum Himmelsäquator nicht folgt, wenn dieser als ein grosser Kreis der Himmelssphäre betrachtet wird. Bei den Sternbeobachtungen werden wir deutlich sehen, dass die Versetzung der Erde in ihrer Revolutivcurve während einer ihrer Perioden sich kaum mehr als einige Secunden projicirt. Es wird somit verständlich, dass die Elemente, welche wir hier in Betracht ziehen, „die Bewegung der Sonne und ihres Systems,“ „Erdbahn und Erdäquator,“ „Neigungen“ etc. insgesammt sich in dem Himmelsäquator befinden und dort vorgehen. Auf diese Art kann man die Neigung und die Coincidenz vereinen; die erstere bezieht sich auf die Sonne, die zweite auf die Himmelssphäre. Was für die Sonne 47° ist, ist für die Sphäre einige Secunden und obwohl die Coincidenz scheinbar vollkommen ist, so ist sie strenge genommen doch nicht so, der Erdäquator fällt nicht immer mit dem Himmelsäquator zusammen, indem die Erde während ihrer einen Periode sich gegen Süd und Nord, gegen Ost und West versetzt: diese ihre jährliche Versetzung ist auch durch die Sterne angezeigt.

Um die astronomischen Beobachtungen wohl zu verstehen, um sie auszulegen, muss man ihre Natur kennen, d. h. man muss die Bedingungen kennen, unter welchen sie gemacht werden können; dies ist ein noch zu machendes Studium für sich.

Digitized by Google

[18.] Nach der Theorie bewegt sich die Erde in der Ecliptik, in einer Ellipse, deren einen Brennpunct die fixe Sonne einnimmt. Aus dieser Bewegung der Erde mussten nun die Phänomene explicirt werden; wir haben hinlänglich gesehen, dass durch eine um den Sonnenmittelpunct beschriebene geschlossene Curve, deren Halbmesser die Sonnenferne ist, sehr wenige, richtiger gesagt, keines der Phänomene deutlich zu erklären ist. Dass die Theorie auf das Hauptphänomen, auf die Declination der Sonne endlich aufmerksam werden musste, war unausweichlich; es konnte ihr aber nicht in den Sinn kommen, dass die Erde zwei verschiedene Kreise, einen grösseren und einen kleineren um die fixe Sonne beschreiben könnte; sie hat somit um die Nachtgleichen und die Sonnenwenden zu erklären, ohne weiters sich an die Ecliptik gehalten und mit unseren Betrachtungen analog gesagt, dass die Linie der Nachtgleichen die grosse Axe der Ellipse, jene der Solstizien ihre kleine Axe vorstellen. Diese Axen sind die beiden, auf einander senkrechten Diameter der eigentlichen Erdrevolutivcurve oder des Spiralringes; der eine Diameter liegt offenbar in der Ebene des Aequators und fällt seiner Richtung nach zwischen Ost und West, der andere mit der Erd- und Weltaxe parallel zwischen Nord- und Süd. Der Kreis — oder Ellipse — ist somit durch diese zwei Linien in vier Theile getheilt. Die Beobachtungen der Sonnendeclination zeigen, dass diese vier Theile unter sich ungleich, dass aber die beiden Hälften, welche die Linie der Solstizien umgeben, sich nahe gleich sind.

Die Theorie hat nun die verschiedene Dauer der vier Jahreszeiten zu erklären und dazu dient die Ellipse, wir können aber bemerken, dass die Ellipse eine scheinbare, ein schief projicirter Kreis sein kann, die theoretische Erdbahn nämlich ist gegen den Aequator geneigt, sie kann aber in Folge der Sonnenbewegung noch eine andere Neigung annehmen und man wird bemerken, dass die Erdcurve sich in Bezug auf jenen Himmelsäquator versetzt, welchen man gewohnt ist als einen unveränderlichen zu betrachten.

Der Erdbahn hat die Theorie eine kleine Excentricität zugeschrieben, sie soll ein „beinahe Kreis“ sein; dies wäre nun keine Substitution der beobachteten Ecliptik, denn diese ist auf den Himmel als eine Ellipse projicirt, deren kleine Axe die Sonnendeclination, die doppelte Schiefe von $46^0 91333$, die grosse Axe aber, ihr Durchmesser, die doppelte Sonnenferne durch $104^0 59156$ repräsentirt ist. Das Verhältniss beider Axen ist somit wie 1 zu 2·442622.

Die Sonne in Declination beschreibt die erwähnten vier Quadranten der Revolutivcurve, wenn wir auf die kleinen Fractionen des Tages keine Rücksicht nehmen, in folgender Ordnung:

vom Frühlingspunct bis zum Sommersolstiz . .	93·3 Tage
von da bis zum Herbstpuncte	93·7 „
von da bis zum Wintersolstiz	89·5 „
von da endlich bis zum Nullpunct zurück . .	88·5 „
	365 Tage.

Die beiläufige Dauer der nördlichen Declination ist 187, jene der südlichen 178 Tage. Die Sonne hält sich demnach um 8 bis 9 Tage länger auf der Nordseite des Aequators auf; substituirt man der Sonne die Erde, so ist diese 8 bis 9 Tage länger auf der Südseite des Aequators, woraus man einfach folgern könnte, dass die Sonne sich gegen Süden bewegt.

Der Leser wird selbst die Bemerkung machen, dass wir hier nur nach jenen Erscheinungen räsonniren, welche sich den höheren Breitengraden Europa's zeigen und überhaupt wo von Jahreszeiten die Rede ist.

Wenn wir nun sagen, ist die Sonne auf den Frühlingspunct projicirt, so muss die Erde sich im Herbstpuncte befinden, ist die Sonne scheinbar in dem Sommersolstiz, so ist die Erde wirklich in dem Wintersolstiz; wie wird es, fragen wir, mit der Substitution der Erde und ihrer Bahn aussehen, wie werden sich die Dinge verhalten? Die Theorie sagt, dass diese Verschiedenheit oder Ungleichheit in der Dauer der Jahreszeiten „die Folge der Excentricität der Sonnenbahn combinirt mit dem Flächengesetz ist.“ *)

Wir wissen, dass sich die Sonne täglich bei einen Grad „zwischen den Sternen versetzt.“ ziehen wir nun eine Linie so durch die „excentrische Sonnenbahn“, dass die eine Hälfte derselben beiläufig um 8 Grade weniger als die andere enthält, so fällt diese Linie nicht weit vom Mittelpuncte der „beinahe Kreisbahn“ und geht direct durch den einen Brennpunct der Ellipse, also durch den Mittelpunct der Sonne.

Es ist wohl ganz gleich, ob die kleinere oder grössere Hälfte der excentrischen Sonnenbahn auf der Südseite des Aequators liegt, da aber die Sonne sich auf der Nordseite desselben um 8 Tage länger aufhält, so muss wohl die grössere Hälfte derselben nördlich liegen. Als die Theorie der Sonnenbahn die Erdbahn substituirt hat, hat sie zugleich die Vorsicht gebraucht, die beiden Brennpuncte der Ellipse dem Flächengesetz gemäss mit einander umzutauschen; die Folge dieser weisen Maassregel ist, dass nun die grössere Hälfte der Erdbahn auf der Südseite des Aequators liegt.

*) M. Delaunay: Elém. d'Astronomie p. 279.

Erinnern wir uns der Entscheidung der Theorie, nach welcher 1. die scheinbar variable Geschwindigkeit der Sonne in der Ecliptik, die wahre variable Geschwindigkeit der Erde in derselben Ecliptik ist und 2. dass die Geschwindigkeit der Erde die grösste im Perihel, im Winter, so wie auch die grösste scheinbare Geschwindigkeit der Sonne gleichfalls im Winter ist. Da nun der Brennpunct der Ellipse, in welchem die fixe Sonne sich befindet, zugleich der Himmelsäquator ist, so können wir getrost die substituirte Erdbewegung verfolgen.

Der Leser wird mit uns einverstanden sein, dass es etwas zu barbarisch sein würde, zu behaupten, dass die Erde um 8 Tage früher oder später als die Sonne in eine der Nachtgleichen kommt, da sie nach den Beobachtungen da zugleich eintreffen. Bewegt sich die Sonne aus dem Frühlingspunct gegen den Sommerpunct, so bewegt sich die Erde vom Herbstpunct gegen den Winterpunct; das Maximum der nördlichen Sonnendeclination ist das Maximum der südlichen Erddeclination; schreitet die Sonne weiter bis zum Herbstpuncte, so ist die Erde zugleich in den Frühlingspunct angelangt. Was in der einen Hälfte der Bahn vorgeht, geht in der anderen gleichartig vor.

Occupirt die Sonne zwischen den Nachtgleichen in der nördlichen Hemisphäre die grösste Hälfte der Ecliptik, so muss die Erde sich in der kleineren südlichen bewegen, und es ergeben sich die zwei Fälle: entweder muss die Erde 8 Tage früher zu dem Frühlingspunct gelangen, oder sie muss 8 Tage länger in der kleineren Hälfte der Ecliptik verbleiben: d. h. sich langsamer als die Sonne bewegen; der erste Fall ist im Widerspruch mit den Beobachtungen, der zweite mit der Theorie, nach welcher die scheinbare Sonnengeschwindigkeit die wahre Erdgeschwindigkeit ist: die Erde muss somit einen genau so grossen Kreisumfang oder Bogen und in derselben Zeit als die Sonne beschreiben, woraus dann folgt, dass die Erde sich nicht in der Sonnenecliptik bewegen kann, sondern in ihrer eigenen sich bewegen müsse und daher die Substitution nicht stattfinden kann; es folgt ferner, dass die Sonne nicht in dem Brennpuncte der Erdellipse sich befindet und dass bei dieser Bewegung das Flächengesetz gar nichts zu thun hat, indem in gleichen Zeiten gleiche Bogen beschrieben werden.

Aus der scheinbaren Sonnenbewegung in der Ecliptik konnte man somit keinen andern rationellen Schluss ziehen, als dass die Erde eine kreisende Bewegung haben müsse, durch welche die beobachteten, projicirten Phänomene hervorgebracht werden.

[19.] Betrachten wir etwas genauer, wie die Revolutivcurve der Erde durch die Sonnendeclination angezeigt ist?

Digitized by Google

Ist der Halbmesser eines Kreises mit $23^0 27' 24'' = 23^0 456$ gegeben, so ist sein Umfang $= 147^0 326$; das Verhältniss dieses Umfanges zu 360^0 ist wie 1 zu 2·44262. Die Summe der jährlichen Declination der Sonne ist aber nur $= 93^0 8266$; es gehen somit durch die Perspective $53^0 5$ gleichsam verloren, und es scheint, als würde sich die Sonne in einer wenig gekrümmten Linie auf- und abbewegen, deren Länge $= 46^0 9133$ ist, und welche sie zweimal des Jahres durchläuft. Aus diesem Phänomen könnte man schliessen, dass wir von der Erde aus den Umfang des Kreises — in welchem die Sonnendeclination vorgeht — in dessen Ebene projicirt sehen, d. h. dass für unsere Vision die Krümmung des Kreises verloren geht und derselbe sich als eine Gerade projicirt.

Verfolgt man aufmerksam diese scheinbare Bewegung der Sonne, so findet man, dass sie in einer projicirten Ellipse vorgeht, deren kleine Axe durch die Variationen des Mittags angegeben ist. Wir haben bereits bemerkt, dass die Declination der Sonne eine variable Geschwindigkeit in der Bewegung beurkundet, d. h. vom Frühlings- oder Nullpunct an, nahe welchem der grösste Declinationstagbogen beschrieben ist, diese Tagbogen an beiden Seiten des Aequators graduell abnehmen, um an den Solstizpuncten gleich Zero zu werden. Der grösste Declinationsbogen ist z. B. für Paris (Polhöhe von beiläufig 48^0) in 24 Stunden $= 23' 43'' 1$ und tritt nicht unmittelbar an dem Tage ein, an welchem die Sonne in den Frühlingspunct tritt, sondern zwei Tage früher, also zur Zeit als ihre Declination noch südlich ist; aus welchem Umstande schon die perspectivische Ansicht vom Beobachtungspuncte aus deutlich hervorgeht. Wenn wir demnach annehmen, dass dieser Tagbogen für den ganzen Kreisumfang constant ist, so erhalten wir für das ganze Jahr einen um beiläufig drei Grade kleineren Umfang des Kreises, welcher einem mittleren Tagbogen von $24' 12'' 67$ entspricht.

Dieses zarte Phänomen zeigt uns deutlich, welchen Einfluss die geographische Lage des Beobachtungsortes auf die Resultate ausübt? Dieser in Paris beobachtete Tagbogen ist für die Sternwarten von Greenwich und Berlin für 1865 um eine Secunde kleiner, woraus deutlich hervorzugehen scheint, dass mit der Annäherung des Beobachtungsortes zum Aequator der Tagbogen zunimmt, und sich, wenn auch nicht ganz genau, doch sehr nahe so geben wird, wie die Verhältnisszahl ihn angibt; in diesem Falle ist dann die tägliche Bewegung in Declination $= 1452'' 67$; der Tagbogen der Erde aber ist $= 3548'' 33$, daher ihr Verhältniss wie 1 zu 2·44262. Es ist auch wahrscheinlich, dass mit der Zunahme des Tagbogens die Zeit des Eintreffens der grössten Geschwindigkeit abnimmt, und dass, am Aequator beobachtet, diese

Digitized by Google

genau an dem Tage eintritt, als die Sonne im Nullpuncte erscheint; diess bedingt wohl der Effect der Perspective.

Noch haben wir des Umstandes zu erwähnen, dass in Folge dieser perspectivischen Ansicht dieses Maximum des Tagbogens an Declination, in den Herbstnachtgleichen um 18″ kleiner ist und um ein bis zwei Tage „später“ eintritt. Die beiden Maxima stehen somit 180° von einander ab, und sind durch die Perspective — sowohl an Grösse als auch an Zeit — modificirt.

Diese Erdbewegung, wie sie von der Sonnendeclination angezeigt ist, geht in der Richtung des Durchmessers ihrer Revolutivcurve vor, welcher mit der Erd- oder Weltaxe parallel, zwischen Süd und Nord liegt. Die Circulation aber setzt einen zweiten auf den ersteren senkrechten Durchmesser voraus, dessen Richtung somit — nach der gewöhnlichen Orientirung — zwischen Ost und West ist; diese Richtung der Bewegung ist durch die Variationen des Mittags, durch jene scheinbare Bewegung der Sonne angezeigt, welche wir ihre eigentliche Rectascension genannt haben. Wir wissen, dass die Sonne das Jahr hindurch zu verschiedenen Momenten in den Meridian des Beobachters kommt, und so die Differenz zwischen dem scheinbaren und wirklichen Mittag angibt. Hieraus ist ersichtlich, dass bei diesem Phänomen die Hauptrolle der Erdrotation zukommt. Wir haben bereits bemerkt, dass, wenn die Beobachtungen nach der mittleren Uhr gemacht werden, die Sonne keine Rectascension hat, und ihr nur diese Variationen übrig bleiben; in der That, nennt man die eine Bewegung oder ihre Richtung „Declination,“ so ist die auf diese senkrechte, „Rectascension“ zu nennen, indem die beiden Axen der Curve die bekannten zwei Coordinaten vorstellen.

Dass diese zweite Richtung der Erdbewegung die Sonne nicht so wie die erstere durch eine Angularversetzung angeben kann, sondern dass sie durch die Zeit angegeben und erkannt wird, ist wohl in der Natur der Bewegung, es wird aber auch daraus klar, dass Rotation und Translation in demselben Sinne vorgehen, und dass die Sonne mit der Erde in derselben Richtung sich bewegt, folglich diese Bewegung durch die Perspective gleichsam annullirt ist, d. h. für unsere Vision sich nicht in Bogen darstellt.

Die Summe der Maxima der ab- und zunehmenden Zeitgleichung ist, + 14′ 31″ 34 und — 16′ 18″ 28 = 30′ 49″ 62 in Zeit; in Bogen ausgedrückt = 7°707, welcher die kleine Axe der projicirten Erdcurve repräsentiren kann. Combinirt man mit diesem Verhältniss der beiden Axen wie 1 zu 6·087, die ab- und zunehmenden Declinationsbogen oder Winkel, so findet man, dass diese scheinbare Ellipse sich unserer Vision so darstellt, als

hätte sich die Ebene der Curve auf ihren einen Durchmesser um $23^0\,27'\,24''$ geneigt. Man kann aber auch a priori schliessen, dass die in allen ihren Theilen gleich gekrümmte und die Sonnenbahn nach allen Richtungen mit derselben Neigung von $23^0\,27'\,24''$ umwindende Spirale, nur auf diese Art projicirt und durch die Sonne angezeigt werden kann.

[20.] Wir haben früher schon erwähnt, dass die Variationen des Mittags über die Erdbewegung einigen Aufschluss geben. Die unendliche Zartheit dieses perspectivischen Phänomens macht dessen Studium wohl schwierig, und wir haben gesehen, dass die Theorie sich damit nicht befasst, darüber aber Meinungen ausspricht. Unsere Aufgabe ist, das Wesen dieser wundervollen Erscheinung näher zu betrachten.

In der folgenden kleinen Tafel haben wir die vier Epochen des Jahres angegeben, in welchen die Zeitgleichung gleich Null ist, d. h. in welchen der mittlere Mittag mit dem wahren zusammenfällt. Die Sonne kommt somit viermal des Jahres in den Meridian eines Beobachters genau im mittleren Mittag. Die Zeitgleichung hat vier Maxima, sie ist abwechselnd zweimal additiv und zweimal subtractiv: in der dritten Columne ist die den Epochen entsprechende Sonnendeclination, in der vierten die Grade, welche die Erde durch ihre kreisende Bewegung beschrieben hat, und in der fünften endlich sind die Grenzen der Declination enthalten. Diese Angaben sind aus dem Berliner Jahrbuch — Encke's — für 1865 entlehnt und ohne Reduction gegeben, da zu unseren Zwecken eine Approximation hinreichend ist. Um genaue Angaben zu haben, müsste man diese hier, so wie alle von den übrigen Ephemeriden gegebenen, von jener Perspective befreien können, welche die Folge der geographischen Lage einer Sternwarte ist. Je zarter ein Phänomen, desto bedeutender wird der geringste Einfluss der Perspective.

So sehen wir z. B., dass die beiden Nullpuncte der Variation im Juni und December mit den Sonnenwenden nahe zusammentreffen, und es scheint uns mehr als wahrscheinlich, dass nach genauen, am Aequator gemachten Beobachtungen diese zwei Epochen mit den beiden Maxima der Sonnendeclination coincidiren, woraus dann folgen würde, dass am Aequator die Sonne zu diesen beiden Epochen, im mittleren Mittag, in den Meridian tritt.

Versetzen sich die beiden Puncte perspectivisch nach den geographischen Breiten der Beobachtungsorte, so versetzen sich auch die übrigen in einer voraus nur durch den Calcul bestimmbaren Quantität und Richtung, ja es ist wahrscheinlich, dass für eine normale Position die Werthe der beiden Maxima sich so nähern, dass sie $\pm$ $15'\,24''8$ sein können.

Digitized by Google

TAFEL.

1865 Tag	Zeit-gleichung	Sonnen-declination	Erde in der Bahn	Grenze der Declination
10. Februar .	+14'31"34	−14°14'52"	321°48'	
20. März . .		∓ 0	0	∓ 0
15. April . .	± 0	+ 9°51'36"	25°29'	
14. Mai . . .	− 3'53"25	+18 41 20	53 37	
14. Juni . .	∓ 0	+23 17 11	83 20	
21. Juni . .		+23 27 14·7	90 0	+23°27'14"7
26. Juli . . .	+ 6'13"04	+19 25 20	123 25	
31. August .	± 0	+ 8 34 16	158 1	
23. September		± 0	180 0	± 0
3. November	−16'18"28	−15 9 21	221 4	
21. December		−23 27 12·4	270 0	−23°27'12"4
24. December	∓ 0	−23 25 32	272 44	

Höchst wichtig ist es, dass die Variation des Mittags, eben so wie die Declination mit variablen Geschwindigkeiten vor sich geht; ein Beweis der Corelation beider Phänomene, ein Beweis dass sie sich gegenseitig ergänzen, eine und dieselbe Bewegung repräsentiren. und dass die eine Bewegung oder ein Phänomen das Complement des andern ist, oder endlich, dass die Variation des Mittags in der That die eigentliche Rectascension der Sonne genannt werden kann. Die Veränderung der Geschwindigkeit in Rectascension muss somit in umgekehrter Ordnung vorgehen, sie muss den Gegensatz zu der Variation der Declination bilden. In der That, ist die Zeitgleichung im Maximum, so ist ihre Variation im Minimum und umgekehrt; ist sie Null, so ist die Bewegung die schnellste. So ist z. B. die stündliche Bewegung — die Differenz der Zeitgleichung — den 14. Mai nahe Zero, den 21. Juni 0"544, den 26. Juli = 0, den 16. September 0"878, den 3. November = 0, den 21. December 1"253 die schnellste Bewegung im Jahre und endlich den 10. Februar = 0.

Ist somit die Geschwindigkeit in Declination in ihrem Maximum oder Null, so ist jene der Rectascension gleich Zero oder in ihrem Maximum. In den Solstizien nämlich, wo die Declinationsbewegung Null ist, ist die Bewegung in der Variation des Mittags die schnellste etc.

Betrachten wir nun wie die Erde sich in dem Spiralring bewegt, welche als eine Ellipse projicirt und durch die scheinbare Sonnenbewegung angezeigt ist.

Es geht aus den Beobachtungen hervor, dass diese Ellipse durch die Linie der Solstizien — als grosse Axe — in zwei gleiche

Digitized by Google

Hälften getheilt ist, da die Erde, scheinbar die Sonne, dieselben in gleichen Zeiträumen beschreibt, und dass die kleinere Axe, welche die Linie der Nachtgleichen vorstellt, auf der grossen nicht senkrecht erscheint, die Ellipse auch nicht in zwei gleiche Hälften theilt, sondern in zwei ungleiche, deren grössere Hälfte auf der Südseite des Himmelsäquators liegt. Dieser Umstand versetzt die Ellipse in eine perspectivische Stellung, deren Folge die abwechselnden Erscheinungen der Variation des Mittags sind. Es ist zu bemerken, dass die Neigung der beiden Axen zu einander nicht jene ist, welche man aus den Perioden beider Veränderungen ableitet, man kann aber immerhin annehmen, dass die Linie der Sonnenbahn auf dem Durchschnittspuncte beider Axen senkrecht ist.

So wie diese Ellipse ihre südliche und nördliche Hälfte hat, so hat sie auch eine östliche und eine westliche Hälfte, und es bleibt uns vor der Hand nichts übrig, als dass wir uns an eine mangelhafte Orientirung halten.

Ist die Sonne im Frühlingspuncte, so ist dieser zugleich der äusserste östliche Punct der Erdcurve, und die Erde befindet sich in dem äussersten Westpunct, im Herbstpuncte. Beginnt die Bewegung der Erde von diesem Punct aus, so ist dieser der Nullpunct ihrer Revolutivcurve, welchen der Himmelsäquator durchschneidet. Die Erde bewegt sich somit von hier aus gegen Süd und gegen Ost zugleich und die Sonne beginnt ihre nördliche Declination. Ist die Erde nach 93 Tagen auf den Endpunct der grossen Axe angelangt, so hat die Sonne, im Sommersolstiz das Maximum ihrer nördlichen Declination erreicht und scheint den andern Endpunct der grossen Axe einzunehmen. Auf diese Art kann man die Bewegung in den vier Theilen der Ellipse verfolgen und sich überzeugen, dass die Sonne scheinbar, von der Erde stets 180^0 in der Curve absteht.

Die Erdaxe liegt wie bekannt, in der Ebene welch immer eines Meridians; dass die Meridianebene eines Beobachters eine unveränderliche ist und sich mit der Rotation beständig drehet, ist gleichfalls bekannt; dass aber nach einer oder nach mehreren nach einander erfolgten Umdrehungen sie in ihre frühere Lage kömmt, d. h. wie sie nach jeden 24 Stunden, wie man zu sagen pflegt „parallel zu sich selbst“ wird, ist die Folge der stets gleichen Dauer der Umdrehung, welche der mittlere Tag ist. Wenn wir uns vorstellen, dass am Firmament ein Punct, eine Linie oder ein Kreis ist, der die Mittagslinie vorstellt, und dass der Meridian mit diesem Puncte eines Tages coincidirt, so wird er nach jeder vollbrachten Rotation in die Mittagslinie kommen. Wir wissen dass die Sterne einen solchen Mittagspunct nicht repräsentiren

können, indem sie in ihrer scheinbaren täglichen Bewegung der Rotationsdauer nahe vier Minuten voraus sind, und dass die Sonne zu verschiedenen Zeitmomenten in den Meridian tritt. Betrachten wir die Erde in den beiden Solstizpuncten in der Voraussetzung, dass in diesen die Zeitgleichung = 0 ist.

Hat die Sonne das Maximum ihrer südlichen Declination erreicht, so ist die Erde im Puncte des Wintersolstitiums, auf der Nordseite des Himmelsäquators, und die Sonnenstrahlen fallen senkrecht auf jenen Parallelkreis der Erde, welcher vom Aequator $23^0\,27'$ südlich absteht. Die Sonne beleuchtet somit den Südpol der Erde, von welchem aus gesehen, sie in demselben Augenblicke $23^0\,27'$ über den Horizont erhöht ist. Ist die Erde im Sommersolstiz, so hat die Sonne das Maximum ihrer nördlichen Declination erreicht und beleuchtet nun auf dieselbe Art die nördliche Hemisphäre der Erde. Diese analoge Stellung zeigt, dass die Erdaxe und Erdäquator in diesen beiden extremen Puncten dieselbe Lage haben, dass die erstere in der Verlängerung der Solstizlinie liegt und daher die Ebene des Erdäquators parallel mit der Ebene des Himmelsäquators ist. Erscheint nun die Sonne in diesen beiden Puncten genau im mittleren Mittag in dem Meridian des Beobachters, so liegt die Sonnenbahn (Aequator) in der Ebene dieses Meridians, welche somit den Mittelpunct der Sonne durchschneidet. Die Bedingung der Coincidenz beider Mittage, des wahren und des mittleren, ist hiemit gegeben.

Die Rotation geht stets in derselben Richtung vor, man nennt diese von West nach Ost; kommt nun die Ebene des Meridians nach jeder vollbrachten Rotation in dieselbe Lage, so können die beiden Mittage nicht mehr coincidiren, wenn die Erde sich vom Nullpuncte wegbewegt, und die Zeitgleichung wird so lange zunehmen (wachsen), als die Ebene des Meridians von der Sonnenbahn sich mehr und mehr entfernt, um wieder mit ihrer Annäherung abzunehmen.

Die Erde bewegt sich von Norden nach Süden in der Richtung der Solstizpuncte, zugleich aber auch von West nach Ost in der Richtung der Aequinoctialpuncte; sie befindet sich demnach den 21. December und den 21. Juni in der westlichen Hälfte ihrer Revolutivcurve. Würde nun die Meridianebene mit der Solstizlinie stets parallel bleiben, so ist es klar, dass die Zeitgleichung während eines halben Jahres nicht noch einmal Null werden könnte, sondern beständig additiv bleiben würde, da die Sonne stets später als im mittleren Mittag in den Meridian käme. Der umgekehrte Fall würde in der östlichen Hälfte der Erdcurve eintreten, es würde während des andern halben Jahres stets eine subtractive Zeitgleichung da sein, die Sonne täglich früher als im

Digitized by Google

mittleren Mittag in den Meridian treten. In dem Falle des Parallelismus der Meridianebene würde somit die Zeitgleichung nur zweimal im Jahre zur Zeit der Maxima der Sonnendeclination Null werden: sie ist aber überdies noch zweimal Zero, und zwar nach den Beobachtungen der europäischen Sternwarten beiläufig 26 Tage nach den Frühlings- und 21 Tage vor den Herbstnachtgleichen. Damit nun diese beiden Coincidenzen möglich seien, muss sich die Ebene des Meridians in diesen Epochen so gegen die Sonnenbahn neigen, dass diese mit ihr zusammenfällt, woraus dann klar hervorgeht, dass der Parallelismus der Erdaxe, auch nur während eines Jahres, keine Realität ist.

[21.] Aus diesen Betrachtungen wird es ersichtlich, dass ein Eingehen in das Wesen der Erdbewegung nicht nur die Aufklärung über das unbegriffene Phänomen der Variationen des Mittags, sondern auch das Mittel gibt, dasselbe auf analytischem Wege sowohl, als auch auf dem synthetischen darzustellen. Dass die heutige Theorie dieses überaus wichtige Phänomen nicht fassen kann, geht aus den Vorträgen — wie diese die Bücher enthalten — deutlich hervor: würde sie von der Erdbewegung im Allgemeinen wirkliche Kenntnisse besitzen, so könnte man z. B. nicht lesen: *)

„Dass die verschiedenen Umstände, welche wir angedeutet „haben, nämlich in den Werthen der Zeitgleichung zu verschie„denen Epochen des Jahres, sich nach und nach mit der Zeit „modificiren. Die Bewegung der Sonnenperigée in Bezug auf die „Aequinoctien ist die Hauptursache dieser Modification; die Ab„nahme der Schiefe der Ecliptik liefert ihren Theil dazu. Discutirt „man diese Frage, so erkennt man, dass in Folge der Richtungs„veränderung der Sonnenellipsenaxe in Bezug auf die Linie der „Nachtgleichen sich ereignen könnte, dass z. B. die Zeitgleichung „nur zweimal des Jahres gleich Null wird."

Welchen Umweg muss nach diesem der Gedanke des Studenten machen, um zu errathen, was der Lehrer sagen will? Die Erde ist abermals fix und um selbe bewegt sich die Sonne. Die Sonnenellipsenaxe ist zur Linie der Solstizien geneigt; der Durchschnittspunct derselben mit der Linie der Nachtgleichen ist der Brennpunct der Sonnenellipse, in welchem sich die fixe Erde befindet, folglich ist die Sonnenperigée die Erde selbst, so wie das Erdperihel die Sonne ist. Sonnen-Erdnähe und Erd-Sonnennähe bedeuten demnach, dass für die erstere die Erde, für die zweite die Sonne festsitzt, dass sie aber dann die Brennpuncte der gemeinschaftlichen Ellipse austauschen.

*) M. Delaunay: Astron. p. 355.

Digitized by Google

Die Sonnenperigée sowohl als das Erdperihel bewegen sich in Bezug auf die Nachtgleichen; die Axe der Sonnenellipse wie die Axe der Erdellipse verändern ihre Richtung in Bezug auf die Linie derselben Nachtgleichen, folglich auch in Bezug auf die Linie der Solstizien, mit welcher sie auch zusammenfallen können, was sich 1250 Jahre vor der gegenwärtigen Zeitrechnung auch ereignet hat. Diese langsame Versetzung des Perihels wird folgends erklärt: „Zu derselben Zeit als die Ebene der Bahn, welche „die Erde um die Sonne beschreibt, ihre Richtung im Raume ver„setzt oder ändert, dreht sich die Ellipse, welche sie beschreibt, „langsam auf dieser Ebene, so dass ihre grosse Axe, auf einander „folgend, verschiedene Richtungen annimmt.“ Delaunay Astr. p. 314. Zu dieser Art Vorstellung muss man seine Zuflucht nehmen, wenn man zur Fahne Copernik's geschworen hat!

Die grosse Axe, auch die Linie der Apsiden genannt, kann sich in der Ellipse, ohne sich zu verkürzen, nicht bewegen; die Theorie meint auch, dass die Länge dieser grossen Axe unveränderlich ist; es bleibt somit nichts übrig, als dass sich die Ellipse selbst — nicht so, wie der gelehrte Autor sagt, „um die Erdbahn oder um sich selbst“ — sondern auf dem Mittelpuncte der Sonne drehe. So erscheint der feste eiserne Reif, der, unbekümmert um die Erde — welche nur sein Zubehör ist — sich frei im Raume bewegt, und diese seine Bewegung ist das Werk der Sonnenattraction, woraus die sublime Lehre hervorgeht, dass die Sonne eigentlich die Bahnen anzieht, wohl wissend, dass die Planeten sich darin bewegen müssen.

Aus der Erklärung folgt aber auch, dass das sogenannte Perihel nichts anderes als der Wintersolstizpunct ist. Versetzt sich nun der Frühlinspunct, so muss sich wohl auch der Winterpunct versetzen, und zwar um so mehr, als ja die „Ellipse, welche die Erde beschreibt, um die Ebene der Bahn, in welcher sie um die Sonne kreiset,“ sich fortbewegt und dreht: die Quantität der gleichzeitigen Versetzung aber ist ungleich. Ist die Präcession 50″237 gegen West, so ist die Bewegung des Perihels 61″47, also wie 1·226 zu 1: beiläufig das Verhältniss des Erdbahndiameters zur Sonnenferne.

Aus dieser jährlichen Vorrückung des Perihels hat man geschlossen, dass seine Periode $360^0 : 61''47 = 21000$ Jahre, so wie die Periode der Präcession 25·8 Tausend Jahre der Idee nach ist, und dass eine beobachtete Winkelbewegung sich in ein Beschreiben von 360 Graden abrundet. Es ist aber augenfällig, dass, wenn diese beiden langsamen Bewegungen zusammengehörig sind, sie auch dieselbe Periode haben müssen, indem sie nicht vier bis fünf Tausend Jahre von einander abstehen können; d. h. die Ellipse

Digitized by Google

oder die grosse Sonnenaxe muss wohl mit der Erdellipsenaxe, das Perihel mit der Perigée etc. beisammen bleiben. Indessen ist es klar, dass die Versetzung des Winterpunctes einzig und allein Folge der Sonnenbewegung ist und auf eine Krümmung ihrer Bahn hinweiset. Eine genaue Betrachtung aller hieher gehörigen kleineren Bewegungen der Sterne wird die Aufklärung dieser delicaten Frage geben.

Dem Leser wird es bereits deutlich geworden sein, dass die Erdbahn der Theorie keine andere ist als dieser Kreis und die darin wahrgenommene scheinbare Sonnenbewegung, welchen wir als Spiralring der Erde betrachten; nur hat sich die Theorie durch die Ecliptik verleiten lassen, die Dimensionen derselben der Erdbahn anzupassen.

[22.] Wir haben genügend gesehen, dass die Sonnendeclination, so wie auch ihre Rectascension — als Variation des Mittags — sich stets ändern, und nicht nur jeden Tag oder jede Stunde, sondern jeden Moment andere sind. Die scheinbare Bewegung der Sonne geht somit in diesen zwei Richtungen mit einer abwechselnd veränderlichen Winkelgeschwindigkeit vor. Dieselbe Abwechslung und scheinbare Veränderlichkeit in der Bewegung zeigt uns der Mond in einem viel grösseren Maasstabe und vervielfältigt. Die abwechselnde Zu- und Abnahme der scheinbaren Winkelgeschwindigkeit dieser beiden, so wie auch der übrigen, zum System gehörigen Weltkörper ist graduell, regelmässig und genau beobachtbar, sie ist von der Lage des Körpers in seiner Revolutivcurve abhängig.

Dass die Abwechslung in der Winkelbewegung eine perspectivische, dass sie ein projicirtes Phänomen und mit der Natur unserer Vision in einer engen, unvermeidlichen Verbindung ist, muss aus unseren Studien hervorgehen. Wir hoffen und wünschen demnach, dass der Leser — unsere Studien aufmerksam mitmachend — zu der Ueberzeugung gelange, dass die Erkenntniss dieser Thatsache zu jenen Fundamentalbegriffen gehört, ohne welche man zum Verständniss der Himmelserscheinungen nie gelangen kann. Wir haben öfter erwähnt, dass dieser Gegenstand — die Projection der Bewegung — nie studiert wurde, und dass demnach die Theorie eben jener Grundlage entbehrt, welche die Phänomene der Bewegung begreiflich macht. Die Vernachlässigung dieses Studiums zog bittere Folgen nach sich; die natürliche, an sich einfache Abwechslung in dem Anblicke der Bewegung nennt die Theorie Unregelmässigkeit, Ungleichheit, Anomalie, Störung etc., und stellt als allgemeine und alleinige Ursache derselben die Attraction auf; dieser Verwirrung der Begriffe, welche

Digitized by Google

wir auch Verirrung des Gedankens nennen, hätte man mit einiger Ueberlegung entgehen können.

Wir wollen hier noch das Wesen dieser wichtigsten Grundlage der astronomischen Theorie in Kürze zusammenfassen.

Beschreibt ein Körper in einer gewissen Entfernung von unserem Auge einen geneigten Kreis, eine Ellipse oder welch immer Curve, und wir verfolgen ihn während seiner Circulation, so ist der Effect seiner Bewegung auf unsere Vision derselbe, als würden wir selbst — oder unser Auge — eine ähnliche Curve beschreiben und während unserer Bewegung den nun stille stehenden Körper stets im Auge behalten.

Die Bewegung der Erde können wir nicht sehen, wir machen sie aber mit; betrachten wir nun die Sonne, die permanent in der Gegenwart der Erde ist, so wird sie die Erdbewegung nachbilden. Dass die Erde sich mit einer gleichförmigen Geschwindigkeit bewegt, das haben die genauesten Beobachtungen constatirt; ist demnach ihre Bewegung variabel projicirt, so ist es klar, dass dies nur die Folge des perspectivischen Anblicks sein kann.

Jede kreisende Bewegung in einer ebenen Curve — jede Projection ist eine Ebene — geht in zwei Richtungen zugleich vor, welche von den beiden auf einander senkrechten Axen derselben angegeben sind. Ist die eine dieser Axen senkrecht auf unsere Vision, so ist die andere in der Verlängerung unserer Sehlinie. Es liegt in der Natur unserer Vision, unseres Sehvermögens, dass die Geschwindigkeit der Bewegung als die grösste erscheint, wenn der sich bewegende Körper eben unsere Sehlinie durchschneidet, also in der auf dieser senkrechten Richtung sich bewegt. Aus diesem Grunde sehen wir nur jene Winkelbewegung deutlich, welche in der Richtung der auf unsere Vision senkrechten Axe vorgeht, denn die Bewegung nach der zweiten Richtung besteht nur aus einer abwechselnden Entfernung und Annäherung des Körpers von und zu unserm Auge, und diese können wir im Allgemeinen nicht schätzen, sie ist für unsere Vision keine Angularbewegung. Stellen wir uns vor, dass die eine Bewegung in der horizontalen, die andere in der verticalen Richtung vorgeht, so wird sich die Angularbewegung für unsere Vision vorzugsweise auf die Erstere beziehen, obwohl in diesem Falle beide Richtungen angular messbar sind. Aus demselben Grunde wird sich der beschriebene Bogen nur dann in seiner wirklichen Grösse unserem Auge zeigen, wenn die Bewegung auf unsere Sehlinie genau senkrecht ist.

Hier haben wir eines wesentlichen Umstandes zu erwähnen.

Unsere Vision bleibt unabänderlich dieselbe, die Circularbewegung zeigt sich uns mit denselben Abwechslungen; die eine Richtung der Bewegung kann auf unsere Sehlinie senkrecht, die

Digitized by Google

andere in derselben selbst vorgehen, wo hingegen die von dem Körper beschriebene Curve eine unendliche Menge von verschiedenen Lagen annehmen kann, dass folglich ihre beiden Axen gleichfalls in alle möglichen Lagen kommen können. Hieraus wird die perspectivische Versetzung deutlich, und obwohl die beiden Axen der Curve stets senkrecht auf einander sind, so werden sie uns in einer zu unserer Vision schief oder geneigt gerichteten Stellung so erscheinen, als würden sie selbst eine veränderte Lage, eine Neigung zu einander erhalten haben.

Nennen wir nun die beiden senkrechten Richtungen unserer Vision gleichfalls Axen, so werden diese mit jenen der Curve, je nach ihrer Lage coincidiren oder nicht; ist eine Coincidenz vorhanden, so ist die grösste Geschwindigkeit des Körpers an den Endpuncten jener Axe, welche mit unserer Sehlinie zusammenfällt oder in deren Verlängerung ist, die kleinste an den Endpuncten der zweiten Axe, und so haben wir das Bild der Sonnendeclination in der Voraussetzung, dass die Linien der Nachtgleichen und Sonnenwenden senkrecht auf einander sind und somit die Curve in gleiche Hälften theilen. Coincidiren die Axen der Curve mit jenen unserer Vision nicht, so fallen die grössten und kleinsten Winkelgeschwindigkeiten nicht mehr in die Endpuncte der Axen, sondern auf andere Puncte der Curve, denn die Richtung unserer Vision ist dieselbe geblieben, die Curve hat aber ihre Lage — ihre Projection — verändert. Dies ist der Fall sowohl mit der Declination als auch mit der Rectascension der Sonne; wir haben z. B. gesehen, dass die grösste Winkelgeschwindigkeit in Declination nicht an jenen Tagen ist, in welchen die Sonne in die Nachtgleichenpuncte tritt. Dass diese Versetzung der Lage der Erdcurve und ihrer beiden Axen eine perspectivische ist und von der geographischen Lage des Beobachters abhängt, ist an sich verständlich; aber die fortgesetzte, langsame Versetzung der Curve im Raume und die graduelle Aenderung ihrer Stellung ist die unmittelbare Folge der Sonnenbewegung in ihrer doppelt gekrümmten Curve.

Als wir die Phänomene der scheinbaren Sonnenbewegung in der Voraussetzung betrachteten, dass die Erde keine Rotation hat, fanden wir, dass der Sonne keine andere Bewegung übrig bleibt, als ihre Declination und Rectascension, welche letztere die Variation des Mittags genannt wurde; hiedurch wurde es klar, dass, wenn man die Erdbewegung rationell aus der scheinbaren Sonnenbewegung herausfinden will, man sich nothwendigerweise an diese beiden Phänomene zu halten habe. Die Sonne bewegt sich daher in dieser Supposition genau so und beschreibt jene Ellipse, wie wir sie in der projicirten Erdcurve näher betrachtet haben. Bleiben

Digitized by Google

wir einstweilen bei dieser Anschauung und bemerken, dass in diesem Falle die Sonne nur der einen Erdhälfte sichtbar ist, so können wir einen geographischen Punct, aber nur einen, ihres Aequators finden, von welchem aus gesehen die Sonne um den Zenith des Beobachters eine Ellipse beschreibt. Die Sonne wird seinen Meridian so wie den Himmelsäquator zweimal im Jahre durchschneiden, die beiden Axen der Ellipse sind senkrecht auf einander und coincidiren mit den Visionsaxen des Beobachters.

Es ist klar, dass in dieser Position eine harmonische Bewegung in den vier Quadranten, die grösste Geschwindigkeit der Declination in den Nachtgleichepuncten und die grösste Variation des Mittags in den Solstizpuncten vorgeht. Dass die Ellipse auch in dieser Voraussetzung keine geschlossene Curve ist und es nicht sein kann, dass sie auch auf das Firmament projicirt, sich noch jährlich versetzt, dass die Veränderung der Lage der Axen sich fortsetzt, folgt unausweichlich aus der Sonnenbewegung. Verändern wir aber die Position des Beobachters, so ändert sich die perspectivische Projection der Ellipse und die Veränderung derselben wird um so grösser, je mehr der Beobachter sich vom Aequator gegen die Pole zu entfernt.

[23.] Verschiedene Erscheinungen zeigen an, dass während des Jahres die Erde sich etwas länger auf der Südseite des Aequators aufhält, selbst die nördliche Declination der Sonne ist um ein paar Secunden grösser als die südliche; es scheint somit, dass die grössere Hälfte des Spiralringes auf die Südseite des Aequators fällt, dieses Phänomen kann nur durch die Sonnenbewegung hervorgebracht sein. Bewegt sich die Sonne gegen jenen Theil der Himmelssphäre, welchen wir den südlichen nennen, was, wie wir später sehen werden, in der That der Fall ist, so wird es klar, dass die eine Hälfte der Erdcurve — welche sich auf die Richtung der Sonne bezieht, sich zu vergrössern scheint und somit — für die nördlich situirten Beobachter — jene beiläufigen 8 Tage, um welche die Erde sich länger darin aufhält, begreiflich sind. Ist die Richtung und Grösse der Sonnenbewegung gekannt, so lässt sich diese Versetzung der Erdbahn genau mit Zahlen ausdrücken.

Mit einiger Ueberlegung findet man, dass die der Sonne stets nachfolgende Erde sich in dem Verhältniss in der nördlichen Hälfte ihrer Bahn aufhalten kann, in welchem die Sonne sich gegen Süden versetzt; denn sonst müsste ihre Entfernung von der Erde sich ändern, was nicht möglich ist. Wir bemerken hier nur, dass diese Betrachtungsweise sich auf einen unveränderlichen Himmelsäquator bezieht, dass sie somit gleichfalls einer Correction bedarf. Es ist aber gar nicht schwer zu verstehen, dass die Sonne mit der Erde zugleich auch deren vorgestellte Bahn nach sich

Digitized by Google

führt, was mit anderen Worten sagt, dass die Erdbahn, wie sie sich im Raume bildet und wendet, eine Function der Sonnenbewegung ist, wodurch deutlich wird, dass die Erdbewegung durch jene der Sonne geregelt ist, und dass durch die Circulation der Erde die Entfernung derselben von der Sonne sich nicht im geringsten alteriren könne; hieraus folgt aber, dass, wenn die Sonne sich im Raume versetzt und dabei ihre Richtung ändert, die Revolutivcurve der Erde sich auf dieselbe Art versetzt und ihre Richtung ändert; wenn endlich die Erdcurve sich versetzt, so ist es natürlich, dass auch deren beide Axen sich versetzen. Bewegt sich die Sonne gegen Süden, so versetzt sich die eine Axe oder der Durchmesser der Erdspirale gleichfalls gegen Süden, die Folge davon ist, dass der andere Durchmesser von West nach Ost oder umgekehrt sich versetzen muss.

Die jährliche Versetzung der Nachtgleichenlinie, das Phänomen der Präcession wird auf diese Art fasslich.

Stellen wir uns vor, dass dieser grosse sphärische Raum, welchen der Sternhimmel in sich zu schliessen scheint, in zwei Hälften durch eine Kreisebene getheilt wird, deren Umfang der Himmelsäquator selbst ist; nennen wir die eine Hemisphäre die südliche, die andere die nördliche. Setzen wir voraus, dass die Sonne oder ihr Mittelpunct in der Mitte der Durchschnittsebene liegt, ihr System, die gewisse conische Figur mit sich führend.

Bewegt sich die Sonne in dieser Ebene verbleibend, so fällt auch ihre Bahn — die Kegelaxe — in dieselbe Ebene. Circuliren nun die Planeten um die Sonnenbahn, so ist kein Grund vorhanden, warum die eine Hälfte ihres Spiralringes grösser als die andere sei und warum sich ein Planet länger auf der Süd- oder Nordseite der Ebene aufhalten soll? Die Revolutivcurven der Planeten sind durch diese Ebene in zwei gleiche Hälften getheilt, folglich geht die eine Hälfte ihrer Periode in der nördlichen, die andere in der südlichen Hemisphäre vor. Es ist deutlich, dass in dieser Stellung die Linie der Nachtgleichen in der Aequatorsebene und die Linie der Sonnenwenden senkrecht auf jener ist, diese beiden Linien repräsentiren zugleich die beiden Diameter der Revolutivcurven der Planeten. Dass diese Curven zu einander parallel sind, ist ersichtlich, auch scheinen sie in momentanen Ebenen zu liegen, welche wieder mit der Weltaxe parallel sind.

Jeder Planet passirt während seiner Revolutionsperiode die Ebene zweimal, diese Durchschnittspuncte können nach Belieben auf- und absteigende Knoten genannt werden, sicherlich aber sind sie für die Planeten die Aequinoctialpuncte.

Nennt man die Erdbahn „Ecliptik“ so ist es ersichtlich, dass diese den Aequator — oder dessen Ebene — in zwei sich gegen-

Digitized by Google

über liegenden Puncten durchschneidet, man sieht, dass sie zur Aequatorsebene $23^0 27'$ geneigt ist, denn in der That ist die Erdbahn in einer Entfernung vom Aequator, welche doppelt genommen ihr von der Sonnendeclination angegebener Durchmesser ist, wir werden sehen, wie diese Erdbahn durch die Sterne angezeigt ist.

Die Richtung der Bewegung des Systems ist durch die Richtung jener Linie gegeben, welche wir die Axe des Kegels genannt haben, sie geht vom Centrum der Sonne aus und erstreckt sich durch die Mittelpuncte der Revolutivcurven der Planeten, an beiden Enden verlängert trifft die Linie die Himmelssphäre.

Es ist deutlich dass in dieser Durchschnittsebene die Sonne in allen, in einem Kreise möglichen Richtungen sich bewegen kann, dass hier somit keine rationelle Orientirung statt hat; indessen ist man überein gekommen, die Richtung der allgemeinen Bewegung des Systems und der zu ihm gehörigen Weltkörper von West nach Ost zu nennen. Das Mangelhafte, die Unbestimmtheit dieser Art von Orientirung ist wohl fühlbar; alle Meridiane sind senkrecht auf die Aequatorsebene, und jeder hat sein Ost und West; man kann sich somit keine orientale und occidentale Himmelshemisphäre vorstellen und würde damit auch nichts gewinnen, denn die beiden Worte sagen „Auf- und Untergang."

Stellt man sich vor, dass die Sonne sich in gerader Linie fortbewegt, so hat man den grössten Theil der beobachteten Phänomene unmöglich gemacht; in diesem Falle nämlich müsste die Sonne stets gegen denselben Punct des Sternhimmels gerichtet sein, und befindet sich in diesem Puncte ein Stern, so stellt dieser den unveränderlichen Widderpunct vor, seine Rectascension und auch Declination sind zugleich und stets Null; weder dieser noch irgend ein anderer Stern würde eine Aenderung in diesen beiden Coordinaten erleiden und am Firmament, einzig und allein nur durch seine eigene Bewegung sich versetzen, die Präcession nicht statt haben. Die Sonne muss sich demnach in einer Curve bewegen; bleibt sie nun in der Ebene, so ist ihre Curve einfacher Krümmung und die Richtung der Bewegung ist, wie dies die Präcession anzeigt, eine der Erdrotation entgegengesetzte, sie ist nach dem Sprachgebrauch westlich oder retrograd. Diese einfache Krümmung kann somit die sogenannte allgemeine Präcession erzeugen, durch diese Art Sonnenbewegung kann sich die Rectascension der Sterne ändern, nicht aber ihre Declination.

Tritt nun die Sonne aus der Ebene heraus, und zwar um sich in die südliche Hemisphäre zu versetzen, so entsteht eine Curve oder Linie doppelter Krümmung, und die Phänomene der Variation der Sterne in Declination, der Versetzung der Axen der Erd-

Digitized by Google

bahn etc., können stattfinden; es wird aber auch klar, dass alle Arten scheinbarer Versetzungen continuirlich vor sich gehen.

Wir haben bereits bemerkt, dass der Himmelsäquator durch die Sonne gegeben und bestimmt ist, tritt sie nun aus seiner Ebene, so ist es natürlich, dass diese Ebene sich nach der Sonne mitbewegen, und nach der Krümmung ihrer Bahn sich neigen müsse. Man kann somit keinen permanenten Himmelsäquator aufstellen, er bleibt kein Jahr, keinen Tag, keine Stunde derselbe, und versetzt sich auf der Himmelssphäre ununterbrochen. Man sieht, dass die Richtung der Sonnenbewegung durch jene der Erde partiell angezeigt ist, bei den Sternenbeobachtungen werden wir sie näher betrachten.

[24.] Hat uns die nähere Betrachtung der Erdbewegung zur Kenntniss der „Ursache der Variationen des Mittags“ geführt, so geben diese ihrerseits die Aufklärung über eine der brennendsten Fragen der Theorie, über die „variablen Geschwindigkeiten.“

„Die Sonne bewegt sich in der Ecliptik — während des Jahres — mit einer veränderlichen Geschwindigkeit.“ Diese scheinbare Bewegung und das Beschreiben von veränderlichen Winkeln durch die Sonne ist eine Thatsache; das Phänomen war schon in den ältesten Zeiten bekannt. Die Theorie hat daraus, indem sie vom Scheinbaren auf das Reelle überging, die gewagtesten Schlüsse gezogen, durch welche sie, wie wir dies immer und stets wiederholen müssen, in ein Labyrinth gerieth, aus welchem es keinen Ausgang gibt.

Die scheinbare Winkelbewegung der Sonne hat die Theorie als eine reelle Linearbewegung der Erde erklärt; sie hat aufgestellt, dass die Erde im Winter im Perihel, also der Sonne näher ist; dass die grössere Anziehung der genäherten Sonne eine grössere Geschwindigkeit in der Erdbewegung hervorbringt, und bei diesen Begriffen ist sie stehen geblieben, ohne dass sie im Stande wäre deren Richtigkeit entweder durch die beobachteten Phänomene oder durch ein gesundes Raisonnement nachzuweisen.

Erinnern wir uns, dass die Erde in 24 Stunden den Bogen von $3548''33 = 59'8''33$ beschreibt, der in Zeit verwandelt gleich $3'56''55$ ist.

Aus den Büchern haben wir gelernt, „dass die Sterne täglich „zu derselben Zeit in den Meridian kommen, dass die Zeit zwi„schen zwei Durchgängen der Sterntag von 24 Stunden ist, woraus „folgt, dass die wahre Rotationsperiode der Erde in mittlerer Zeit „$= 23^h 56' 4''09$ ist.“

„Die Sonne kommt täglich später als die Sterne in den „Meridian, und zwar im Mittel um $3'56''55$, sie bleibt nämlich „um diese Zeit zurück, woraus folgt, dass die Erdrotation um die

Digitized by Google

„Sonne einzuholen, noch den Bogen von 59′ 8″ 33 zu beschrei-„ben hat.“

„Die Sonne versetzt sich zwischen den Sternen und durch-„wandert verschiedene Constellationen, ihre mittlere Bewegung „ist 59′ 8″ 33 und geht in der Richtung der Erdrotation vom „Occident nach dem Orient vor, d. h. die Sonne bewegt sich gegen „ihren eigenen Aufgang.“

„Die tägliche Bewegung der Sonne ist veränderlich, bald „kommt sie früher bald später in den Meridian und nur viermal „des Jahres im mittleren Mittag.“

„Würde die Sonne sich mit einer gleichförmigen Geschwin-„digkeit in dem Aequator bewegen, so würde sie täglich um die-„selbe Zeit in den Meridian kommen, im Aequator bewegen sich „aber schon zwei fictive Sonnen, deren eine sich gleichförmig, die „andere variabel bewegt; die erstere bestimmt die mittlere Zeit; „die wahre Sonne bewegt sich in der Ecliptik, woraus folgt, dass „sie auch dann noch nicht um dieselbe Zeit in den Meridian kom-„men könnte, wenn sie sich gleichförmig bewegen würde, denn die „Ecliptik ist zum Aequator 23° 27′ geneigt etc.“

Durch die genaue Beobachtung der Meridiandurchgänge der Sonne ist ihre variable Geschwindigkeit constatirt, in den Ephemeriden unter dem Namen der Variationen des Mittags durch die Zeitgleichung angegeben. Aus diesen Beobachtungen geht hervor, dass, wenn die Sonne einen grösseren Bogen als 59′ 8″ 33 beschreibt, sie später in den Meridian kommt, früher hingegen, wenn der Bogen kleiner als dieser mittlere ist. Die Differenz der Bogen in Zeit verwandelt gibt die tägliche Variation der Bewegung, die Grösse der Zeitgleichung in 24 Stunden. Hieraus ist nun wieder ersichtlich, dass die Sonne von den Sternen nicht zurückbleibt, sondern ihnen voraus ist, ihnen entgegengeht.

Die Zeit von 3′ 56″ 55 wird schlechtweg „Sternzeit“ genannt, sie ist die tägliche Zunahme der mittleren Sonnenrectascension, zu dieser die entsprechende Zeitgleichung addirt, erhält man ihre „wahre Rectascension.“

Ferner lernen wir, mit der Beobachtung im Widerspruch, dass die grösste Geschwindigkeit der Sonne am Ende oder im Anfang des Jahres, ihre kleinste in der Mitte desselben ist, so dass diese Geschwindigkeit vom 1. Jänner bis 1. Juli graduell abnimmt, um von da bis zum Ende des Jahres eben so zuzunehmen. Diese gleichförmig ab- und zunehmende Geschwindigkeit ist durch die Länge der Sonne gegeben; sie ist nothwendig, damit sich die Sonne in der Ecliptik nach dem Flächengesetz Kepler's bewegen könne; auch geht daraus hervor, dass die Sonne mit dem Ende Decembers in ihrer Perigée von der Erde, welche bei dieser Gelegenheit fix

Digitized by Google

ist, viel stärker angezogen wird, und daher sich schneller bewegen muss. Die „Länge“ der Sonne schliesst somit die Zeitgleichung aus, und die Sonne beschreibt anstatt viermal nur zweimal im Jahre den mittleren Bogen von 59′ 8″33.

Aus der beifolgenden Tabelle sind die Hauptänderungen in Rectascension in 24 Stunden — in Zeit und Bogen — ersichtlich; die letzte Columne enthält die den angemerkten Tagen entsprechende Bewegung der Sonne „in Länge“, die Zahlen sind aus dem Berliner Jahrbuch für 1865 entnommen.

TABELLE.

1865 Tag	in Zeit			in Bogen			Länge der Sonne
	Sternz.	Z.-Gleichung	Rectasc. d. Sonne	Sternz.	Z.-Gleichung	Rectasc. d. Soune	
1. Januar .	3′ 56″55	+ 28″19	4′ 24″74	59′ 8″33	+7′ 2″8	66′ 11″1	61′11″0
27. März . .	3 56·55	— 18·40	3 38·15	59 8 33	—4 36·0	54 32·3	59 17·8
28. März . .	3 56·55	— 18·36	3 38·19	59 8·33	—4 35·4	54 32·9	59 15·7
31. März . .	3 56·55	— 18·18	3 38·37	59 8·33	—4 32·7	54 35·6	59 8·9
13. Juni . .	3 56·55	+ 13·02	4 9·57	59 8·33	+3 15·3	62 23·6	57 18·5
19. Juni . .	3 56·55	+ 13·06	4 9·61	59 8·33	+3 15·9	62 24·2	57 15·3
5. Juli . .	3 56·55	+ 10·11	4 6·66	59 8·33	+2 31·6	61 39·9	57 11·0
19. September	3 56·55	— 20·98	3 35·57	59 8·33	—5 14·7	53 53·6	58 43·2
20. September	3 56·55	— 20·91	3 35·64	59 8·33	—5 13·6	53 54·7	58 46·0
31. October .	3 56·55	— 1·64	3 54·91	59 8·33	—0 24·6	58 43·7	60 ·7
23. December	3 56·55	+ 30·01	4 26·56	59 8·33	+7 30·1	66 38·4	61 9·1
24. December	3 56·55	+ 29·93	4 26·48	59 8·33	+7 29·0	66 37·3	61 9·1
30. December	3 56·55	+ 28·74	4 25·29	59 8·33	+7 11·1	66 19·4	61 8·6
31. December	3 56·55	+ 28·43	4 24·98	59 8·33	+7 6·4	66 14·7	61 8·6

Die Sonnengeschwindigkeit ist in Rectascension und Länge verschieden, die erstere bedeutend grösser, welche Zahlen sind nun die richtigen?

Die Theorie sagt, „die Rectascensionen werden am Aequator, die Längen auf der Ecliptik gezählt,“ da nun die Sonne sich in der Ecliptik bewegt, so wird ihre Geschwindigkeit durch die Länge gegeben. Wir aber sagen, dass die Rectascension durch die Zeit des Meridiandurchganges, also durch die Rotation gegeben ist.

Wir haben gesehen, wie die variable Geschwindigkeit der Sonne in Verbindung mit ihren variablen Durchmessern gebracht wurde, und dass man das Verhältniss der beiden Aenderungen wie 1 zu 2 gestellt hat; da aus der Tabelle ersichtlich ist, dass dieses Verhältniss nach der Rectascension wie 1 zu 6 ist, so scheint es, dass man aus diesem Grunde den Vorzug den Längen einräumt. Nun fragen wir, was wird an der Sonne beobachtet, ihre Rectascension oder ihre Länge; Jederman weiss es, dass die letztere Sache des Calculs ist. Dann fragen wir weiter, wo ist die Sonne in dem

Digitized by Google

Augenblick, als sie in dem Meridian erscheint? In der Ecliptik, in welcher sie sich bewegt. Wenn demnach die Sonne in der Ecliptik beobachtet wird, wo liegt die Nothwendigkeit, ihren natürlichen Ort nochmals auf dieselbe Ecliptik durch den Calcul zurückzuführen? Endlich fragen wir, was will die Theorie erklären, das beobachtete Phänomen oder den Calcul? Wie die practische Astronomie ihre Rechnungsmethoden eingerichtet hat, das gehört nicht hieher, jeder Weg führt — nach Rom, aber es frägt sich, ob die Sonne noch ausser und über ihre beobachtete Bewegung eine andere hat, welche nur durch den Calcul herauszufinden ist? Die Variationen des Mittags, die viermalige Coincidenz des wahren und des mittleren Mittags während des Jahres, die Zeitgleichung etc. sind Thatsachen, welche durch den Calcul der Längen vernichtet werden, die beobachtete Sonnenbewegung ist keine Wahrheit, der Calcul stellt eine andere auf!

Die practische Astronomie lässt die Sonne sich ungestört bewegen; aus ihren Calculs, aus ihren Ephemeriden ist es ersichtlich, dass sie sich mit der unbeobachtbaren Erdbewegung nicht befasst. Die alles leicht erklärende Theorie aber muss die Sonne als fix annehmen, um die Erde in Bewegung zu setzen, denn nur so ist ihr der Uebergang vom Scheinbaren zum Reellen möglich.

Die Erde bewegt sich daher in der Ecliptik genau mit jener variablen Geschwindigkeit, welche an der Sonne beobachtet wird; sie beschreibt viermal des Jahres einen Bogen von 59′8″33 und an allen übrigen Tagen entweder einen grösseren oder kleineren. Aus diesem Umstande folgt somit unmittelbar, dass sich die Erde nicht nach dem Flächengesetz Kepler's bewegt.

Die Erdbewegung ist gleichfalls gegen den Orient, sie hat die Neigung gegen die Sonne; ist nun die scheinbare Sonnenbewegung die wirkliche Erdbewegung, so folgt dass, beschreibt die Erde einen grösseren Bogen als 59′8″33 in 24 Stunden, die Sonne später in den Meridian kommt, früher aber, wenn der beschriebene Bogen kleiner als 59′8″33 ist. Zufällig findet gerade das Umgekehrte statt: bewegt sich die Erde schneller gegen den Orient, so kommt die Sonne früher in den Meridian etc., woraus ersichtlich wird, dass man die Sonne in den anderen Brennpunct der Ellipse gesetzt hat, eine Vorsicht, die beinahe an die Klugheit grenzt.

Sind Sonne und Sterne fix, circulirt die Erde um den Sonnenmittelpunct in ihrer geschlossenen Ellipse, so ist die Frage, warum nur die Sonne allein und nicht auch die Sterne zu variablen Zeiten in den Meridian kommen? Die Theorie hat auf dieses Warum keine Antwort, sie hat geglaubt aus dem Irrwege dadurch herauszukommen, wenn sie den widersinnigen Satz aufstellt, dass „die Translation der Erde von ihrer Rotation unabhängig ist.“ Nach

Digitized by Google

dieser gedankenlosen Vorstellung könnte die Erde an Translation einen welch immer grossen oder kleinen Bogen beschreiben, welch immer eine Geschwindigkeit haben, die Sterne würden dennoch stets zu derselben Zeit in den Meridian kommen, indem diese Zeit von der unveränderlichen Dauer der Rotation abhängt. Gilt der Satz für die Sterne, so muss er auch für die Sonne gelten, welche somit gleichfalls stets zur selben Zeit in den Meridian kommen muss; es ist somit klar, dass die Theorie vergessen hat, ihren Satz in Bezug auf die Sonne — umzukehren. Durch einige Ueberlegung aber kann man aus dem Umstande, dass die Sterne regelmässig zu derselben Zeit in den Meridian kommen, den Schluss ziehen, dass 1. weder die Sonne noch die Erde sich mit einer variablen Geschwindigkeit versetzen, dass 2. weder die Sonne noch die Erde sich in der Ecliptik bewegen, dass 3. die Erde sich nicht nach dem System von Copernik bewegt, sondern dass sie 4. eine solche Translation haben müsse, welche sich vorzugsweise auf die Sonne bezieht, und die Variationen des Mittags hervorbringt.

Indem nun die „heutigen Astronomen an dem einzig wahren und möglichen System von Copernik festhalten müssen, und auf kein anderes — auch nur versuchsweise — eingehen können“ so müssen sie wohl auf die Kenntniss der Erdbewegung resigniren, sie müssen mit frommer Ergebung auf die mögliche Entwickelung der Wissenschaft Verzicht leisten.

Wie die Theorie zu dem Begriff gelangt ist, dass die Anziehung die „tangentielle Geschwindigkeit“ beschleunigt, wie z. B. die Erde in ihrem Perihel durch die Sonnenattraction sich schneller bewegt? Das werden wir bei den Elementen sehen.

[25.] Wir haben die Erdbahn so betrachtet, wie sie durch die Sonne projicirt erscheint; dieselbe Projection wird, wie wir dies sehen werden, in einem kleinen Massstabe durch die Sterne gegeben. Dass die kreisende Bewegung der Erde in einer scheinbaren Ellipse vorgehet, ist Folge der Perspective, denn von der Erde aus gesehen kann die Sonne den Spiralring nicht anders projiciren, d. h. die Projection der Erdspirale kann von der Erde aus nicht central gesehen werden. Es ist bekannt, dass die Nullpuncte der Rectascension und der Länge der Sonne mit dem Frühlingspuncte zusammenfallen, und je nach dem Vorschreiten der Erde in den Sommer-, Herbst- und Winterpuncten 6, 12, 18 Stunden, oder 90, 180, 270 Grade ausmachen.

Der Leser hat sich mit der Richtung der Bewegung und den mit dieser verbundenen Erscheinungen, besonders aber mit den perspectivisch projicirten variablen Geschwindigkeiten vertraut zu machen. Wir haben gesehen, welche Phänomene sich erzeugen je

Digitized by Google

nach der Lage, in welche die Erde gegen die Sonne kommt, während sie sich in ihrer Spirale bewegt, und welche Effecte dieser Doppelkreis hervorbringt. Die Circulation der Erde um die Sonnenbahn erzeugt z. B. jene projicirte Ellipse, welche wir den kleineren, den ursprünglichen Erdkreis genannt haben, in diesem Kreise geben die zwei Richtungen die Declination und die Rectascension der Sonne. Die Bewegung von Süd nach Nord und umgekehrt wird mit dem Meridiankreise beobachtet, denn sie geht in dem Meridian selbst vor, die Bewegung zwischen Ost und West ist senkrecht auf den Meridian und wird mittelst des Passagen- (Transit-) Instrumentes beobachtet, welches überhaupt zu Zeitbestimmungen dient. Die dritte Richtung der Erdbewegung in der verlängerten Spirale ist jene der Sonnenbewegung, sie ist zugleich die Richtung der Erdrotation. Durch diese Bewegung erzeugt sich der grosse auf das Firmament projicirte Kreis, welchen die Sonne jährlich zu beschreiben scheint, in der Wirklichkeit aber nicht beschreibt, dieser ist die sogenannte Ecliptik; was sich aber deutlich wahrnehmbar erzeugt, ist die jährliche scheinbare Umdrehung der Himmelssphäre in einem der Rotation entgegengesetzten Sinne.

Wir wissen, dass die Erdbewegung auf keine andere Art erkannt werden kann als durch ihre Abspiegelung auf dem Firmament. wie sie nämlich von der Sonne, den Sternen, und genauer betrachtet auch von den zum System gehörigen Körpern angezeigt wird. Die Kenntniss der Erdbewegung führt aber direct zur Kenntniss der Natur der Planeten und ihrer Monde Bewegung. indem nicht nur eine Analogie, sondern auch eine nothwendige Solidarität da ist; und man nicht umhin kann zu erkennen, dass, so wie der eine Himmelskörper sich bewegt, sich alle so bewegen. Uebrigens ist die Bewegung der Weltkörper von der Erde aus wahrnehmbar.

Wird nun die Erdbewegung in ihrem kleinsten Detail durch die Sonne reproducirt, so kann man ganz correct sagen, dass die scheinbare Bewegung der Sonne „die wirkliche Bewegung der Erde“ vorstellt, man kann aber nicht sagen: „so wie die scheinbare Bewegung der Sonne sich der Erde zeigt, so ist die wahre Erdbewegung von der Sonne aus gesehen.“ Es ist wohl klar, dass von der Sonne aus gesehen die Erde, so wie die übrigen Planeten Kreise zu beschreiben scheinen, deren Mittelpunct die Sonne einnimmt, die Spirale selbst aber und ihre Verlängerung kann nicht wahrnehmbar sein. da von der Sonne aus ihre eigene Bewegung gleichfalls nicht wahrnehmbar, sondern wieder nur durch die Projectionen erkennbar ist; die Spiralringe erscheinen somit der Sonne nicht als Ellipsen projicirt, sie bleiben concentrische Kreise; die Pla-

Digitized by Google

neten aber können auch keine grossen Himmelskreise, keine Ecliptik beschreiben, sondern nur einen kleinen Kreis, der sich der Sonne unter einem Winkel zeigt, dessen Grösse die Breitenausdehnung des Zodiaks nicht, oder doch wenig übertrifft. Die kleinen Planeten nämlich zwischen Mars und Jupiter scheinen sich unter einem Winkel zu bewegen, der grösser als 47^0 ist; dieser Gegenstand indessen ist bei Weitem noch nicht ganz deutlich entwickelt und erwartet von der Zukunft seine nähere Bestimmung.

Auch von der Erde aus betrachtet können sich weder die Spiralen, noch die grossen Himmelskreise der Planeten direct zeigen, indem sie sich insgesammt in derselben Richtung bewegen, ihr kleiner Kreis aber ist von der Erde aus beobachtbar, und zeigt sich — wie natürlich — in einer geneigten Projection. Es ist eine grosse Zahl der Bewegungsphänomene der Planeten da, welche mit dem System von Copernik nicht stimmt, ja nicht vereinbar ist, und sich auch bei demselben gar nicht erzeugen kann: dafür aber ist auch eine Zahl von Phänomenen und Bewegungsverhältnissen da, welche nicht aus genauen Beobachtungen abgeleitet, sondern im Sinne des angenommenen Systems theoretisch aufgestellt wurden, wovon die Theorie der elliptischen Bahnen den stärksten Beweis liefert. Es liegt nicht in unserer Absicht, unsere gegenwärtigen Studien auf die Bewegung der Planeten und ihrer Monde auszudehnen; jeder Himmelskörper erfordert specielle, gründliche Studien, ein genaues Vergleichen aller bereits beobachteten Phänomene seiner Bewegung; was wir daher über diese hie und da bemerken, sind Bruchstücke der zu machenden Studien, sie können dazu dienen, den einzuschlagenden Weg anzudeuten.

[26.] Circuliren — von der Sonne aus gesehen — alle Planeten unter demselben Winkel, so verhalten sich ihre Bahngrössen wie ihre Entfernungen von der Sonne. Ist dieser gemeinschaftliche Winkel $= 46^0\,54'$, so verhalten sich die Bahnhalbmesser zur Sonnenferne wie 1 zu 2·44262, und die Geschwindigkeiten reduciren sich in demselben Verhältniss. Es ist somit ersichtlich, dass eine gleiche Reduction der theoretischen Bahngrössen und virtuellen Geschwindigkeiten das dritte Gesetz Kepler's nicht ändert, und dass die Sonnendeclination für jeden Planeten dieselbe ist. Es scheint aber anderseits, dass die Durchmesser der Planetenbahnen (ihre Spiralringe) nicht insgesammt unter demselben Winkel liegen, denn wäre dies der Fall, so könnten die verschiedenen Neigungen der Bahnen gegen einander, so wie diese sich der Erde zeigen, nicht wahrnehmbar sein. Schon aus diesem Umstande ist es ersichtlich, dass, welche immer die Anordnung (Arrangement) der Planeten unter sich, welche immer die Uebereinstimmung aller ihrer gegenseitigen Verhältnisse ist, wir uns vorstellen können,

Digitized by Google

dass eine gewisse Harmonie da ist, welche als ein Naturgesetz erscheint, ohne daraus schliessen zu können, dass diese Verhältnisse mit unserem Zahlensysteme in Verbindung und durch die bekannten arithmetischen Eigenheiten der Zahlen genau ausdrückbar sind.

Es ist bekannt, dass die Raum- oder Lineargeschwindigkeit der Planeten nicht gleich ihrer Winkelgeschwindigkeit ist. Gehen wir zur Betrachtung der kreisenden Pendelbewegung zurück, so ergibt es sich, dass eine grössere virtuelle Geschwindigkeit weder die Circulationszeit noch die Winkelgeschwindigkeit ändert, sondern den Kreis erweitert; die Folge dieser Erweiterung ist die Ausdehnung des Winkels, unter welchem die Circulation vorgeht, unter welchem der Diameter der Revolutivcurve liegt.

Aus dieser Bemerkung folgern wir, dass z. B. Venus und Mercur, deren virtuelle Geschwindigkeit jene der Erde übertrifft, eben im Verhältniss ihrer grösseren Geschwindigkeit sich unter einem grösseren Winkel, wohingegen die äusseren Planeten, deren Geschwindigkeit geringer ist, unter einem verhältnissmässig kleineren Winkel bewegen. Ist diese Ansicht mit der Realität übereinstimmend, so ändert sich die Figur des Systems in Bezug auf die Sonne, sie ist nicht mehr jener reguläre Kegel, welchen wir als erste Annäherung betrachteten.

Es ist selbstverständlich, dass, wenn die Bahndurchmesser der Planeten aus ihren Declinationen abgeleitet werden, die Winkel, welche diese einnehmen, von der Erde aus mit der einzigen Ausnahme des Mercur, grösser als von der Sonne gesehen erscheinen. Nehmen wir z. B. an, dass, von der Sonne aus gesehen, der Durchmesser des Spiralringes dieses Planeten $46^0 54' 48''$ ist, so ist dieser Durchmesser der 1·22131ste Theil seiner Sonnenferne und gleich 12,352330 Meilen, seine Sonnenferne = 15,086200 Meilen. Beschreibt nun Mercur den Umfang seiner Revolutivcurve in 87·96926 Tagen, so ist seine Raumgeschwindigkeit in der Zeitsecunde = 5·1057 Meilen. Dieser Winkel von $46^0 54' 48''$ ist aber, von der Erde aus gesehen, nicht mehr als $29^0 63$; die beiden Declinationen des Mercur sind nahe in den Grenzen von 60^0 und seine Elongation in den Grenzen von 44^0.

[27.] Versuchen wir, die Mercursbahn nach den aus unseren Studien hervorgegangenen Grundsätzen abzuleiten.

Jeder Planet hat seine Ecliptik, seine Sonnenbahn für sich, deren Halbmesser gleich seiner Sonnenferne ist. Die Sonne beschreibt somit für Mercur einen grossen Himmelskreis in 87·97 Tagen, dessen Peripherie gleich ist 94,790000 Meilen.

Digitized by Google

Nach den Beobachtungen entfernt sich Mercur von der Sonne nie mehr als 22 Grade, dieser Winkel stellt das Maximum seiner Elongation vor. Sehen wir diesen Planeten — nach der Configuration des Systems von Copernik — in derselben Entfernung als die Sonne, so stellt dieser Winkel zugleich seine Sonnenferne vor, welche somit $57^0 29578 : 22 = 2{\cdot}6$ ist.

Ist nun die Erde von der Sonne um den Winkel von $57^0 29578$ abstehend, d. h. wird die Entfernung derselben von der Sonne durch diesen Winkel repräsentirt, so ist die Entfernung Mercurs von der Sonne gleich $22^0 : 57^0 29578 = 0{\cdot}3839725$, in der Erdferne ausgedrückt.

Nach den theoretischen Bestimmungen ist die Mercursferne $= 0{\cdot}3870985$, woraus ein Elongationswinkel von $22^0 1791$ hervorgeht.

Da wir nur das Verhältniss zwischen Entfernung und Bahngrösse suchen, so ist es gleich, ob wir diese oder jene Zahl zur Basis nehmen, nur haben wir eine Gleichförmigkeit der Annahmen herzustellen.

Nehmen wir somit an, dass der scheinbare Durchmesser der Sonne $31'31''$ ist, so enthält der Winkel oder Bogen von $22^0 1791$, $42{\cdot}2236$ Sonnendurchmesser; ob man nun diese Anzahl Durchmesser mit $357293{\cdot}28$ Meilen, oder die Erdferne von 38,972500 mit $0{\cdot}3870985$ multiplicirt, so erhält man in beiden Fällen den Ausdruck für die Mercursferne mit 15,086200 Meilen.

Ist diese Ferne zugleich der Bahnhalbmesser Mercurs und seine Umlaufszeit $= 87{\cdot}96926$ Tage, so ist seine Raumgeschwindigkeit $12{\cdot}48166$ Meilen in der Secunde. Das Verhältniss der Geschwindigkeit der Erde und des Mercurs ist wie 1 zu $1{\cdot}6086$, und zwischen jener der Sonne und des Mercurs wie 1 zu $2{\cdot}72352$.

Beschreiben die Planeten Kreise von 360^0 um die Sonne, so ist der Halbmesser ihres Kreises durch den Winkel von $57^0 29578$ repräsentirt, welcher somit zugleich ihre Sonnenferne ausdrückt. Ist diese Ferne bekannt und in Meilen angegeben, so ist der Werth eines Grades im Linearraum gleich dieser Ferne, getheilt durch $57{\cdot}29578$. Wenn z. B. ein Grad der theoretischen Erdbahn gleich 680199 Meilen ist, so ist ein Grad der Mercursbahn $=$ 263911 Meilen, d. h. die Räume verhalten sich wie die Sonnenfernen: in Bezug auf die Erde aber ist dieses Vehältniss gleichfalls giltig; je näher der Erde ein Körper circulirt, desto kleiner ist der Raumwerth eines Grades seiner Curve.

Die Entfernung Mercurs gleich Eins gesetzt, ist jene der Erde $= 2{\cdot}583322$; die Entfernung Mercurs von der Erde ist $= 0{\cdot}6129015$, woraus folgt, dass Mercur der Sonne $1{\cdot}583322$mal näher als die Erde ist, und folglich der scheinbare Durchmesser

Digitized by Google

der Sonne ihm unter einem Winkel von $1^0356962$ oder von 4885″1 erscheint.

Die Angulargeschwindigkeiten der Planeten sind umgekehrt wie ihre Umlaufszeiten: Mercur beschreibt somit, während die Erde ihren Kreis von 360^0 durchläuft, 4·1521 Kreise, oder während einer Revolution Mercurs beschreibt die Erde den Bogen von 86^07035. Bei einer gleichen Geschwindigkeit würde somit Mercur während seiner Umlaufszeit einen Kreis beschreiben, dessen Halbmesser durch den Bogen von 13^079925 repräsentirt ist; da aber dieser Halbmesser unter einem Winkel von 22^01791 erscheint, so muss seine Geschwindigkeit $22^01791 : 13^07992 =$ 1·6073mal grösser als jene der Erde sein, was 12·4716 Meilen in der Secunde gibt. Das Verhältniss der Umlaufszeiten, getheilt durch das Verhältniss der Sonnenferne ist = 1·60859, und die Quadratwurzel aus 2·5834 (dem Verhältniss der Distanzen) ist = 1·60728. Die kleine Differenz von 0·00131 zwischen den beiden Zahlen zeigt schon, dass in der Bestimmung der Mercursferne sich ein kleiner Fehler eingeschlichen hat.

Die in gleichen Zeiten durchgelaufenen Räume verhalten sich wie die Kreishalbmesser; Mercur beschreibt somit während eines Jahres einen Raum, der 0·3870985 × 4·1521 = 1·60859mal grösser als jener von der Erde durchgelaufene ist; woraus folgt, dass seine virtuelle Geschwindigkeit um eben so viel grösser ist, indem sich die Räume gleicher Zeiten wie die Geschwindigkeiten verhalten.

Ferner ist die Cubikwurzel von 4·1521 getheilt durch die Quadratwurzel von 2·5834 die Einheit; d. h. $\sqrt[3]{4{\cdot}1521} : \sqrt{2{\cdot}5834} = 1$, das Verhältniss zwischen Umlaufszeit und Entfernung; beide Zahlen sind aber gleich 1·60728, woraus folgt, dass das Verhältniss der Geschwindigkeiten gleich ist dem Verhältniss zwischen Entfernung und Umlaufszeit.

Diese sind die Zahlen, welche sich auf die theoretische Bahn Mercurs beziehen.

Circulirt Mercur zwischen der Sonne und der Erde in seiner angegebenen Sonnenferne, so ist der Winkel von 22^01791, von der Sonne aus gesehen = 35^01166. Da dieser Winkel aus der Mercursdistanz folgt, so soll er sowohl den Halbmesser der Revolutivcurve (des Spiralringes) vorstellen, als auch das Verhältniss der beiden Kreise, aus welchen die Mercursspirale zusammengesetzt ist, somit die Geschwindigkeiten — der Sonne und des Mercur — angeben. Man findet aber, dass die durchlaufenen Räume beider Weltkörper mit diesen Annahmen nicht übereinstimmen, und indem die Geschwindigkeit der Sonne — für alle

Digitized by Google

Planeten — unverändert dieselbe sein muss, so ist jene des Mercur = 12·48166 — 4·58291 = 7·89875. Diese beiden Geschwindigkeiten entsprechen den Winkeln 21°08587 und 36°20991 als — Grössen der Halbmesser beider Kreise.

Aus diesen Zahlen entspringen folgende Verhältnisse:

Die Sonne beschreibt während 87·96926 Tage mit ihrer bekannten Geschwindigkeit 34,804000 Meilen; werden diese als Kreisperipherie betrachtet, so ist der Halbmesser derselben dem Winkel 21°08587 entsprechend von 5,539260 Meilen; Mercur durchläuft mit seiner eigenen Geschwindigkeit während seiner Periode 59,985400 Meilen, welche für den Winkel von 36°20991 den Halbmesser von 9,546940 Meilen geben. Die beiden Räume von 94,789400 geben die Summe beider Halbmesser mit 15,086200 Meilen.

Die beiden Kreise sollen sich in der Spirale zu einem Kreis von 360° vereinigen, so wie die beiden Winkel die Mercursferne geben sollen, und in der That erhält man:

21°08587 × 6·2831854 =	132°4864	
36°20991 × 6·2831854 =	227°5136	
57°29578	360°	

Der Diameter des Spiralringes vom Mercur erscheint somit der Sonne unter einem Winkel von 72°41982, woraus die gleiche Sonnendeclination auf beiden Seiten des Aequators und eine Schiefe der Ecliptik für den Mercur von 36°20991 hervorgeht. Von der Erde aus gesehen ist dieser Winkel, also der Halbmesser des Spiralringes vom Mercur = 22°295, nahe die beobachtete Elongation dieses Planeten.

Das Verhältniss seines Bahnhalbmessers zu seiner Sonnenferne ist wie 1 zu 1·7172: das Verhältniss desselben zum Halbmesser der Erdbahn wie 1 zu 1·6713, endlich das Verhältniss zwischen den Geschwindigkeiten Mercurs und der Erde wie 2·4864 zu 1.

Wenden wir diese Betrachtungsweise auf Venus an, so ergeben sich folgende Rapporte:

Umfang der Venusecliptik	177,123400 Meilen
Die Sonne durchläuft in 224·7 Tagen	88,973300 „
Bleiben für Venus	88,150100 Meilen.

Der Durchmesser ihres Spiralringes ist somit = 28,059000 Meilen, nahe ihrer angenommenen Sonnenferne. Die Totalgeschwindigkeit von Venus in ihrer supponirten Bahn ist = 9·1234 Meilen in der Secunde, woraus folgt:

Digitized by Google

die Geschwindigkeit der Sonne 4·5405
der Venus 4·5829, also fast dieselbe.

Von der Sonne aus gesehen ist der Durchmesser ihres Spiralringes 57^0296, woraus folgt, dass die Schiefe der Ecliptik auf Venus und die einfache Sonnendeclination = 28^0648 ist. Von der Erde aus gesehen, erscheint dieser Bahnhalbmesser der Venus unter einem Winkel von 53^0511, welcher beiläufig die beobachtete grösste Elongation dieses Planeten von der Sonne repräsentirt.

Die analoge Anschauung gibt die Eigengeschwindigkeit des Planeten Mars auf 1·70354 Meilen in der Secunde, aus welcher dann für seinen Spiralring ein Halbmesser von 16,093000 Meilen, und eine Schiefe der Ecliptik von 15^05274 folgt; dieser Winkel ist von der Erde aus gesehen = 45^0177. Aus diesen Zahlenverhältnissen ist es schon ersichtlich, dass auf die äusseren Planeten oder auf die für sie aufgestellten Entfernungen die Analogie kaum anzuwenden ist, und daher die Nachsuchungen über ihre Bahngrösse auch andere Elemente enthalten müssen. Stellen wir jedoch zur Uebersicht die hier gefundenen Zahlen zusammen, so haben wir als eine Approximation:

	Sonnenferne		*Bahnhalbmesser*		*Schiefe*	*Geschwindigkeit*	
Mercur	15,086000	Meil.	9,542500	Meil.	36^021	7·89875	Meil.
Venus	28,190000	„	14,029500	„	28^065	4·54052	„
Erde	38,972500	„	15,955200	„	23^027	3·17677	„
Mars	59,382100	„	16,093000	„	15^053	1·70354	„

Die auf diese Art gefundenen Eigengeschwindigkeiten der Planeten scheinen nicht mehr mit jenen zu stimmen, welche nach dem dritten Gesetze Kepler's aus den theoretischen Bahnen hervorgehen. Ob nun die nach diesem Gesetze berechneten Entfernungen auch die wirklichen sind, ist somit noch eine unentschiedene Frage; so viel scheint gewiss zu sein, dass die aus den mittleren Tagbogen abgeleiteten siderischen Umlaufszeiten nicht genau die wahren — sich auf die Sonne beziehenden — Revolutivperioden der Planeten vorstellen.

Die Schiefe der Ecliptik eines Planeten ist die Neigung seiner Spirale — der von ihm beschriebenen Bahnlinie — zur Sonnenbahn, welche Neigung zugleich als Abstand zu nehmen ist. Für die Erde ist diese zugleich die Grenze der Sonnendeclination, und so wird dies auch für jeden andern Planeten der Fall sein. Es ist ersichtlich, dass diese Neigung oder Schiefe um so kleiner, je geringer die Eigengeschwindigkeit des Planeten ist. Nehmen wir an, dass die Planeten sich in concentrischen Spiralen bewegen, und denken uns, dass eine gerade Linie vom Mittelpuncte der Sonne durch alle diese Spiralen central geht, so erscheint das Diagramm

Digitized by Google

von Copernik's System, wenn diese Spiralringe von dem äussersten der Sonne gegenüberliegenden Endpuncte der Linie gesehen werden folgends: Neptun z. B. wird den grössten Kreis und die nach ihm folgenden Planeten werden immer kleinere Kreise beschreiben, bis endlich Mercur um den Mittelpunct des Systems — um die Sonne — einen ganz kleinen Kreis zu beschreiben scheint, dessen Durchmesser kaum einen Grad übersteigt. Umgekehrt erscheint das Diagramm von der Sonne aus gesehen; Mercur beschreibt den grössten Kreis, dessen Diameter mit $72^{0}4$ angebbar ist, nach ihm kommen immer kleinere Kreise, und der letzte Planet wird um den gemeinschaftlichen Mittelpunct einen ganz kleinen Kreis zu beschreiben scheinen.

[28.] Die Gleichartigkeit aller Planetenbewegungen stellt sich nun deutlich dar. Sie kreisen um die Sonnenbahn in derselben Richtung; ihre Rotation und Translation gehen in demselben Sinne vor, woraus folgt, dass der sogenannte Himmelsäquator für alle derselbe ist. Der Tag eines Planeten ist durch die Dauer seiner Rotation, sein Jahr durch die Dauer seiner Revolutivperiode gegeben; ihre Ecliptik durchschneidet den Aequator zweimal während ihrer Periode; die Durchschnittspuncte können ihre Knoten genannt werden; jeder Planet hat somit seinen Frühlingspunct, der sich versetzt, und somit seine Präcession, deren Quantität im Verhältniss seiner Periode anwächst, d. h. für jeden Tag seiner Umlaufszeit; diesen Tag als mittleren Erdtag genommen, ist die Präcession für alle Planeten $= 0''137$. Es ist selbstverständlich, dass das Wiedererscheinen der Sonne im Frühlingspuncte die eigentliche Dauer der Revolutivperiode des Planeten ist; diese wird das tropische Jahr genannt, und der Unterschied zwischen ihm und dem sogenannten Sternjahre wächst mit der Dauer der Umlaufszeit: dieser Unterschied ist die Präcession.

Für jeden Planeten „versetzt sich die Sonne zwischen den Sternen und durchwandert die verschiedenen Constellationen“ in der Richtung seiner Bewegung, wohingegen der Sternhimmel im entgegengesetzten Sinne eine Umdrehung macht, genau während der Dauer der Revolutivperiode des Planeten. Die Sonne beschreibt somit ihren grossen Himmelskreis, der Sternhimmel macht eine retrograde Umdrehung, für Mercur in 87 Tagen und für Neptun in 164 Jahren.

Ist die Richtung dieser allgemeinen Bewegung der Planeten von West nach Ost genannt, so ist dies nur für die eine Hälfte des Spiralringes giltig, denn in dessen zweiter Hälfte ist sie von Ost nach West, also retrograd. Geht die Bewegung in der einen Hälfte des Ringes von West nach Ost, so ist sie zugleich von Nord nach Süd, in der zweiten Hälfte von Süd nach Nord. Wenn nun ein Planet

Digitized by Google

vom Frühlingspuncte ausgehend, gegen Süd sich bewegt, so war er in seinem aufsteigenden Knoten etc. Erreicht die Sonne für einen Planeten die Endpuncte ihrer Declination, so ist er in den Solstizpuncten, er ist stationär. Die Stillstände und Rückgänge — Stationen und Retrogradationen — sind an sich selbst klar.

Von der Erde aus gesehen, scheinen die beiden Planeten, Mercur und Venus, um die Sonne zu kreisen; die Projection ihres Spiralringes ist somit eine Ellipse, indem die Erde selbst auf dieselbe Art circulirt, folglich die Planetencurven nicht central sehen kann. Diese beiden inneren Planeten kommen in Bezug auf die Sonne in die bekannten Stellungen auf ihrer Ost-, West-, Süd- oder Nordseite. Sind diese Planeten auf der Ost- oder Westseite der Sonne, so nennt man diese Stellung ihre Elongation; auf der Süd- oder Nordseite der Sonne sind sie in ihrer Declination.

Es ist deutlich, dass Mercur und Venus nur in ihrer Elongation von der Erde aus sichtbar sind, indem ihre Declination im Erdmeridian oder in dessen verlängerter Ebene vorgeht. Sind Mercur und Venus Abendsterne, so stehen sie auf der Ostseite, sind sie Morgensterne, auf der Westseite der Sonne, und werden im ersteren Falle nach Sonnenuntergang, im letzteren vor Sonnenaufgang sichtbar. Kurz gesagt sind diese beiden Planeten mit der Sonne zugleich — nicht zu sehen.

Die drei der Erde nächsten Planeten, Mercur, Venus und Mars zeigen Phasen, deren Wechsel um so grösser je näher der Planet der Erde ist. Das Studium dieser Phasen ist sehr instructiv, aber die Grösse ihres beleuchteten Disque (Scheibe) ist schwer genau zu beobachten. Bei Gelegenheit dieser Frage sagt Arago, dass die Entdeckung der Phasen dieser Planeten, den Einwurf, welchen man gegen das System von Copernik gemacht hat, vernichtet habe.

Diese Phasen sind mit den scheinbaren Durchmessern dieser drei Planeten in Verbindung gebracht worden, sie sind im Sinne des Systems von Copernik berechnet, sie beruhen demnach nicht auf Beobachtungen. So z. B. kommt Venus nach dem System in eine nahe siebenfache Ferne von der Erde, woraus man schloss, dass ihr Durchmesser gleichfalls bis 7mal grösser oder kleiner erscheint. Es ist aber klar, dass, wenn ein Planet sich „hinter der Sonne“ befindet, derselbe von der Erde aus nicht sichtbar ist, folglich auch sein Diameter nicht gemessen werden kann; eben so wird man denselben nicht sehen können, wenn er unmittelbar vor der Sonne ist; woraus hervorgeht, dass die Beobachtungen der Phasen und scheinbaren Durchmesser der innern Planeten sich nur auf ihre Elongationen beziehen können. Der kleinste Winkel, den man an Venus fand, ist 16″9, der grösste bei 62″, woraus

Digitized by Google

eine Differenz oder Spielraum für Entfernung und scheinbaren Durchmesser von ± drei und ein halbmal — also nur die Hälfte von siebenmal — hervorgeht.

Nach den theoretischen Bestimmungen ist Venus 0·7233317 von der Sonne entfernt, die Entfernung der Erde von der Sonne = 1 gesetzt. Hieraus folgt die Venusdistanz von der Erde, wenn die drei Körper, Sonne, Venus und Erde als in derselben Linie sich befindend angenommen werden, = 0·2766683, woraus folgt, dass Venus 2·61444mal weiter von der Sonne als von der Erde ist. In der That kann man annehmen, dass Venus in dem Moment der Erde am nächsten ist, wenn sie auf die Mitte der Sonnenscheibe projicirt erscheint.

Nach dem System von Copernik käme somit Venus in eine Distanz von 1·7233317 von der Erde, was 6·2288mal ihre kleinste Entfernung ist. Die Kenntniss der Venusbahn wird zu der Ueberzeugung führen, dass dieser Planet von der Erde nie in die Sonnenferne kommt. Wir haben den Durchmesser seines Spiralringes mit 28·06 Millionen Meilen gefunden, geben wir seine kleinste Distanz von 10·8 Millionen Meilen hinzu, so kommt wohl nahe die Sonnenferne hervor, und es ist wohl ersichtlich, dass sich Venus um den ganzen Durchmesser ihrer Bahn von der Erde entfernen kann; wir werden aber Venus von der Erde aus in der Diagonale sehen, welche ihre kleinste Entfernung mit dem Durchmesser ihres Spiralringes verbindet.

Auch ist es nicht anzunehmen, dass sich Venus *mehr* der Erde nähert als die oben bemerkte Zahl angibt, denn in diesem Falle müsste sie sich eben so viel von der Sonne entfernen, als sie sich der Erde nähert, was nach unserer Ansicht eine Unmöglichkeit ist. Auch gibt die Theorie der Venusbahn eine so geringe Excentricität, dass selbst dieser Umstand eine grössere Annäherung ausschliesst.

Vorausgesetzt dass die kleinste Erdferne der Venus gleich 10,782450 Meilen ist, so enthält diese 6763·53 Erdhalbmesser, welche in dieser Distanz sich unter einem Winkel von 30″497 zeigt; in der Sonnenferne ist dieser Winkel = 8″4375, die Sonnenparallaxe, welche wir als Rechnungselement angenommen haben.

Die für Venus angegebenen Halbmesser sind: Maximum = 31″ und Minimum = 8″5, woraus eine ganz kleine Differenz erscheint und der Schluss gezogen werden kann, dass die Dimensionen der Venus gleich jenen der Erde sind.

Der Tagbogen der Venus ist mit 5767″7 angegeben, woraus eine stündliche Bewegung von 240″32 hervorgeht. Ist nun der Sonnendurchmesser = 1891″, so verwendet Venus, um die ganze Sonnenscheibe zu passiren, 7·868 Stunden. Indem der Tagbogen der

Digitized by Google

Erde = 3548″33 ist, so entsprechen dem synodischen Umlauf der Venus von 584 Tagen 2119″2 als Tagbogen. Diese beiden Zahlen verhalten sich wie 1 zu 2·599, also nahe wie die Distanzen der Venus von der Erde und der Sonne.

Setzen wir den Fall, Venus circulirt in der Erdferne und beschreibt Kreise, deren Halbmesser = 10,782450 Meilen ist, so wird sie in 224·7 Tagen denselben mit einer Geschwindigkeit von 3·4897 Meilen durchlaufen, da aber die eigene Geschwindigkeit der Venus = 4·5405 Meilen in der Secunde ist, so folgt hieraus der Halbmesser ihres Spiralringes von nahe 14·03 Millionen Meilen.

Ein paar Beobachter haben an Venus dasselbe aschgraue Licht wahrgenommen, welches sich an dem Neumonde zeigt, und es ist natürlich, dass die Theorie diese Erscheinung sich nicht erklären kann, und gehalten ist dieselbe bald als ein räthselhaftes und zufälliges Phänomen, bald aber als eine seltene Lichtentwicklung der Venusoberfläche zu betrachten. Ueberlegt man das, was wir über die Beleuchtung einer Sphäre und über die Lichterzeugung sagten, so wird diese Erscheinung begreiflich, und es kann kein Zweifel darüber entstehen, dass dieselben Ursachen auch dieselben Wirkungen hervorbringen. Es ist aber auch begreiflich, dass dieses Phänomen an Venus weit schwerer wahrzunehmen ist, als auf dem Mond, denn erstens ist es nur dann erkenntlich, wenn Venus nur an ihrem Rande (sichelförmig) beleuchtet ist, zu welcher Zeit sie von der Sonne — angular — wenig absteht und bei 200mal entfernter von der Erde ist als der Mond, zweitens ist die Lichtstärke der Venus bedeutend grösser als jene des Mondes, wodurch die Beobachtung gleichfalls erschwert wird. Man kann demnach sagen, dass nebst den atmosphärischen günstigen Verhältnissen noch eine gute Disposition des Auges nöthig ist, um das Phänomen — welches unbezweifelt permanent ist — auch deutlich wahrnehmen zu können. Wir haben dieses Phänomens aus dem Grunde erwähnt, weil es mehr als jenes vom Monde gezeigte geeignet ist, Aufklärung über die Natur desselben zu geben.

Noch war man stets der Ansicht, dass Venus so wie die Erde mit einem Monde versehen ist, und mehrere Beobachter waren der Ueberzeugung, denselben auch gesehen zu haben. Da indessen seit langer Zeit kein Beobachter mehr davon spricht, so ist der Glaube entstanden, dass dieser Mond nur eine Seitenabspiegelung des Planeten selbst ist. Wir können diese Frage nicht als eine entschiedene betrachten, indem die Schwierigkeit dieser Art Beobachtung schon allein hinreicht, selbe in der Schwebe zu erhalten. Bedenken wir, dass die Lage dieser Körper (der Venus und ihres Mondes) eine ganz andere ist, als man sie nach dem System von Copernik sich vorstellt, dass, wenn wir annehmen, die Dimensionen

Digitized by Google

und Entfernung des Venusmondes nahe jene des Erdmondes sind, so würde der Winkelabstand dieses Mondes von seinem Planeten selbst in der Erdnähe nicht über 12′ betragen, mit der Ferne aber der Venus bis auf 3′5 sinken. Ferner ist dieser Mond genau so beleuchtet wie sein Planet, er zeigt der Erde dieselben Phasen, und diese Phasen des Planeten und seines Mondes sind in jeder Entfernung von der Erde, in jeder Elongation von der Sonne stets analog. Bedenken wir nun die Lichtstärke der Venus, bedenken wir, dass jene ihres Mondes verhältnissmässig weit geringer sein kann, so müssen wir wohl sagen, dass die Auflösung dieser Frage der Zukunft vorbehalten ist. Es ist sogar wahrscheinlich, dass sich dieser Mond in den Perioden der Venusdurchgänge gleichfalls auf die Sonnenscheibe projicirt, wenn auch nicht gleichzeitig mit seinem Planeten.

Wir haben hinlänglich gesehen, dass es gar nicht nöthig ist, gegen das System von Copernik „Einwürfe“ zu machen; ein Gebäude, welches von selbst zusammenstürzt, bedarf keiner Brechstangen; wir haben uns darum auch nur mit der Frage beschäftigt, warum die Astronomen dieses unhaltbare System (Gebäude) mit aller Gewalt stützen? Sollten aber die Planetenphasen als Argument für das System gelten, so müsste man diese vor Allem ganz genau kennen, dann aber würde man sich überzeugen, dass eben diese Phasen, so wie die übrigen Phänomene, sich laut „gegen“ das System aussprechen.

Mit dieser Art halber Beobachtung und halber Rechnung hat es seine eigene Bewandtniss. Setzt sich z. B. ein Beobachter fest vor, an einem Himmelsphänomen etwas zu sehen, zu entdecken, so sieht er und entdeckt er es gewiss, ob nun dieses „Etwas“ existirt oder nicht. Dieser kleinen psychologischen Illusion sind vorzugsweise die sanguinischen Beobachter ausgesetzt. Die grösste Zahl der Beobachtungen und Berechnungen wird aber — besonders in der neuesten Zeit — in der Supposition gemacht, dass Copernik's System die reine Wahrheit, eine Naturnothwendigkeit ist. Wir haben gesehen, wie Römer seine Lichtgeschwindigkeit, wie nach ihm Bradley seine Aberration auf die Annahme gründete, dass der Durchmesser der Erdbahn 76 Millionen Meilen ist; die noch stets fortgesetzten „Untersuchungen“ der „Parallaxe der Fixsterne“ werden in derselben Voraussetzung gemacht; ja es gesellt sich noch hinzu, dass man die Erdbahn so betrachtet, als bliebe diese unverändert in demselben Raume, als wäre sie eine einfache ebene Curve, als würde die Sonne in der That fix sein!

Dass manch gute Beobachtung durch den Calcul verdorben wird, ist eine natürliche Folge der Supposition, dass die Configuration des Sonnensystems jene nach Copernik ist, und dass die

Digitized by Google

Weltkörper sich nach den Gesetzen Kepler's bewegen. So sind die Beobachtungen über die Rotationsdauer der Sonne durch den Calcul gänzlich verdorben, derselbe Fall ist mit den Beobachtungen der Planetendurchmesser. Durch den Gebrauch des „arithmetischen Mittels" wird eigentlich jede genaue Beobachtung vernichtet, und dasselbe wird auch dort noch angewendet, wo es eigentlich nichts zu thun hat.

So sagt man z. B. „die mittlere Bewegung der Sonne oder der Erde" indem man eine variable schon vorausgesetzt hat. Die Sonne kommt in den Meridian jede 24 Stunden plus minus der Variation des Mittags; indem die Variationen während des Jahres sich annulliren, so besteht der „mittlere Mittag" aus 24 Stunden. Die Rectascension der Sonne ist die Sternzeit, plus minus der Zeitgleichung; da diese sich im Laufe des Jahres ausgleicht, so ist die „mittlere Rectascension" der Sonne = 3′ 56″ 555; dies ist die Routine. Kennt man aber die Ursache der Zeitgleichung, so wird man ihre Zahlen nicht mehr der scheinbaren Sonnenbewegung hinzu calculiren.

Wir können bei dieser Gelegenheit eines scheinbar geringfügigen Phänomens erwähnen. In den Büchern kann man lesen: „Mercurs siderische Umlaufszeit 87·97 Tage, synodische bei 130 Tagen," „siderische Umlaufszeit der Venus 224·7 Tage, synodische 584 Tage." Von diesen zwei Planeten heisst es weiter, dass sie nebst dem, dass sie sich von der Ecliptik nicht weit entfernen, sich dennoch „zwischen den Sternen versetzen und die Constellatio-„nen des Zodiaks nach und nach durchwandern, und so eine ganze „Umdrehung um die Himmelssphäre machen, während der Dauer „eines Erdjahres."

Wie kann man nun die Erscheinung erklären, dass z. B. Mercur in 87·9 Tagen einen grossen Himmelskreis und in 365 Tagen detto einen Kreis „um den ganzen Himmel herum" beschreibt? Nichts leichter als dieses. „Mercur bewegt sich um die Sonne in „einer Bahn, welche Bahn die Sonne in ihrer scheinbaren Bewe-„gung um die Erde mit sich führt." (Delaunay etc. p. 473.)

Da nun dieses Phänomen aus und nach dem System von Copernik nicht zu erklären ist, hat sich der gelehrte Autor direct an das System von Tycho adressirt, nach welchem die Sonne alle Planetenbahnen mit sich um die Erde herumführt. Weiss man aber, dass die Erde zwei auf einander senkrechte Kreise beschreibt, von welchen der grössere die scheinbare jährliche Bewegung der Sonne sowohl als jene des Sternhimmels erzeugt, weiss man, dass Mercur und Venus zwischen der Erde und der Sonne circuliren und diese letztere nicht verlassen, sich von ihr nicht weit entfer-

Digitized by Google

nen, so wird es klar, warum sie — mit der Sonne zugleich — „eine ganze Tour um den Sternhimmel machen?“

[29.] Die Verhältnisszahlen, welche wir in Bezug auf die Planetenbewegungen fanden, entstehen aus jenen Grundzahlen, welche die Theorie für Umlaufszeiten und Entfernungen nach dem dritten Gesetze Kepler's aufgestellt hat; ob nun diese Zahlen die wahren Repräsentanten der Realität sind, können wir hier erörtern.

Zur Zeit als Kepler seine Gesetze gemacht hat, war die Sonne noch ganz fix — heute bewegt sie sich „ruhend“ — und die Planeten kreisten um ihren Mittelpunct wie heute noch. Die geschlossenen Bahnen und ihre Ebenen waren und sind somit eine natürliche Folge des unbeweglichen Centrums, und Kepler konnte ganz bequem, ohne das geringste Hinderniss seine Ellipse und deren Flächen in die Himmelsräume versetzen. Die Circulation „um die Sonne“ bedingte ferner, dass die Distanzen der Planeten von ihr, zugleich die Halbmesser ihrer Bahnen sein müssen. Zu Kepler's Zeit war aber noch keine annähernde Entfernung irgend eines Weltkörpers von einem andern gekannt; für Copernik und Tycho, wie für Ptolomäus war die Sonne noch nicht zwei Millionen Meilen von der Erde entfernt; nur durch die Epicykeln und andere Betrachtungen schloss man auf ein Verhältniss der Entfernungen von der Sonne, zwischen Mercur, Venus und Erde, dafür aber waren die Umlaufszeiten der bekannten Planeten schon von den Alten auf das genaueste angegeben. Nachdem Kepler unter diesen Umständen die Quadrate und Würfel seines dritten Gesetzes herausrechnete, musste er von den wirklichen Entfernungen abstrahiren und voraussetzen, dass es ganz gleich ist, welche immer diese reellen Distanzen oder Bahngrössen sind, wenn sie nur in dem von ihm angegebenen Verhältniss bleiben. Ist nun die Entfernung irgend eines Planeten als Einheit genommen, so ergeben sich — nach dem Gesetz — alle andern.

Die Gesetze Kepler's haben die Astronomen unanim ohne die geringste Opposition angenommen, und so sind die Entfernungen aller Planeten nach dessen drittem Gesetz berechnet. Hieraus folgt aber, dass diese heutigen Bestimmungen eben so wenig auf Beobachtungen beruhen, als die Gesetze Kepler's.

Die Entfernung eines Planeten von der Sonne oder überhaupt die wahre Entfernung zweier Weltkörper von einander durch Beobachtungen zu bestimmen, erscheint noch bis heute als eine Unmöglichkeit. Die Sonnenparallaxe, wie sie aus den genauen Beobachtungen des Venusdurchganges abgeleitet ist, soll zur annähernden Kenntniss ihrer Erdferne führen. Wir haben gesehen, welcher Spielraum — selbst bei den genauen Bestimmungen — für die

Digitized by Google

wahre Distanz noch übrig bleibt, wir müssen aber noch bemerken, dass um die Sonnenferne aus den Venusdurchgängen zu bestimmen, man nothwendigerweise die Distanz dieses Planeten von der Erde kennen muss; woher nahm nun die Astronomie diese Kenntniss? Aus dem dritten Gesetz Kepler's, welches sie als die Wahrheit selbst annimmt und dadurch ihre Unfähigkeit beurkundet, dieses durch die Beobachtung zu constatiren!

Ist nun die Einheit der Entfernung — der Sonne von der Erde — festgestellt, so sind die Bahngrössen aller zum Systeme gehörigen Körper bekannt, aus welchen dann ihre Geschwindigkeit von selbst folgt. Eben so folgen aus der bestimmten Entfernung die Grössen, Massen, Dichten, Schweren etc. aller Planeten, Monde und wahrscheinlich auch der Cometen, so wie auch Licht- und Wärmequantitäten, welche sie erhalten. Der Zusammenhang aller dieser Elemente ist an sich klar, so wie es klar ist, dass, wenn die Grundzahl falsch ist, alle daraus gefolgerten Bestimmungen gleichfalls falsch sind. Wir haben gesehen, dass es sich für die Theorie nur um die „mittleren Zahlen" handelt, wodurch der evidente Beweis hervorgeht, dass z. B. die Astronomie keinen einzigen Weltkörper aufzuweisen hat, dessen wirkliche Entfernung von der Erde bekannt wäre. Aus diesem Grunde tauchen von Zeit zu Zeit Beobachter — starken Geistes — auf, die nach einer ihnen eigenthümlichen Methode bestimmen, wie dieser oder jener Körper näher oder ferner ist. So z. B. hat in neuester Zeit ein Astronom der Welt kundgegeben, dass der Mond um 5 oder 7 englische Meilen der Erde näher ist, als man glaubt. Wenn nun der Mond — wie die Theorie sagt — täglich in eine andere Entfernung von der Erde kommt, und während einer seiner Perioden 30700 englische Meilen weiter oder näher sein kann, so ist es schwer zu errathen, welche Bedeutung der gelehrte Astronom seinen 5 bis 7 Meilen beilegt?

Kepler konnte keine Idee davon haben, wie die sich bewegende Sonne seine Gesetze vernichten wird, so wie die heutige Theorie keine Idee davon hat, welche unausweichlichen Folgen die Sonnenbewegung nach sich ziehen muss, welchen Einfluss sie auf die Bahnen und deren Grössen, auf die Bewegung aller, zu ihrem System gehörigen Körper ausübt. Die practische Astronomie ihrerseits, kümmert sich gar nicht um die wirklichen Entfernungen, Bahnhalbmesser, Geschwindigkeiten, Grössen, Massen etc. der Himmelskörper, sie beobachtet und berechnet projicirte Winkelbewegungen und periodische Coincidenzen der Stellungen; die beobachtende Wissenschaft zeigt die feinsten Nuancen der Bewegung an, und will die Theorie nichts von ihr lernen, so ist dies — ihre Sache.

Digitized by Google

Die Astronomie steht demnach so, wie sie immer gestanden ist und immer stehen wird, ohne der Systeme und der Gesetze zu bedürfen, welche wir eben so wie die imaginirten Theorien definitiv in das Reich der Hypothesen verweisen.

DER MOND.

[30.] Könnte man aus der Analogie schliessend sagen, „so wie die Planeten um die Sonnenbahn, so kreisen die Monde um die Bahn ihrer Planeten?“ Nein, denn die Bewegungen der Monde sind direct beobachtbar, und aus den Beobachtungen ist kein anderer Schluss zu ziehen, als dass sie um ihre Planeten selbst circuliren. Könnte man umgekehrt hieraus folgern, dass, „so wie die Monde um ihre Planeten, so kreisen diese um die Sonne?“ Nein, denn ein solcher Schluss geht aus den Beobachtungen nicht hervor, ja er ist mit denselben im Widerspruch.

Hat es sich als eine Thatsache herausgestellt, dass die Monde um die Mittelpuncte ihrer Planeten circuliren, so ist das, was nach den irdischen Begriffen als unmöglich erscheint, möglich, und wir müssen sagen: die Monde gehen während ihrer Circulation den Planeten voraus und bleiben von diesen abwechselnd zurück, folglich *haben* sie schon ursprünglich jene variable Geschwindigkeit erhalten, welche diese Art Bewegung bedingt. Diese Mechanik gehört aber nicht mehr unter die begreiflichen Dinge und der forschende Geist hätte hier schon seine Grenze erreicht.

Wir sind der Meinung, dass in Folge und auf Grund der einmal bekannten Erdbewegung die Studien über die Mondesbewegung ermöglicht sind und mit Ernst begonnen werden können; es ist vorauszusehen, dass hier eine nicht geahnte Sublimität der Himmelsmechanik verborgen liegt, welche annähernd zu kennen wohl die Mühe lohnt.

Bleibt man bei der Vorstellung, dass die Monde um ihre Planeten so circuliren, wie sie zu circuliren scheinen, so kann man auch analog sagen, dass, indem die mit Monden versehenen Planeten (Saturn und Uran haben jeder deren achte) als Systeme für sich betrachtet werden können, man daraus den Schluss ziehen kann, dass die Planeten eben so um die Sonne kreisen, wie die Monde um ihre Planeten. Hierauf aber können wir alsogleich bemerken, dass ja die scheinbare Bewegung der Monde noch immer nicht absolut nothwendig die reelle sein müsse; es scheint uns überdies evident zu sein, dass die Planeten, mögen sie noch so viele Monde mit sich führen, kein unabhängiges System für sich bilden, sondern sie selbst von der Sonne abhängig sind und sammt

Digitized by Google

ihren Monden dieser zugehören. Es scheint in der That, dass die Monde gleichsam ein integrirender Theil ihres Planeten sind, eine Art Balanciers, welche zur Regelung ihrer Bewegungen beitragen. Planet und seine Monde wurden zugleich in den Weltraum geschleudert, Planet und seine Satelliten stürzen auf gleiche Art und vereint der Sonne zu. Aus diesem Grunde haben wir ein so grosses Gewicht auf den Ausspruch von Laplace gelegt, nach welchem die Sonnenanziehung so auf die Satelliten einwirkt, als würden sie mit ihren Planeten eine und dieselbe Masse ausmachen.

Es ist an sich deutlich, dass von dem sublimen Mechanismus des Himmels der Mensch sich nur kleinliche Ideen machen kann, dass aber selbst diese kleinlichen Ideen unklar und verworren sind, ist wohl Trauer erregend.

Betrachtet man das Durcheinander, welches in den Büchern über den Mond und seine Bewegung angehäuft ist, und welches als erworbene Kenntniss vorgeführt wird, so findet man, dass kein Erdensohn im Stande ist, daraus sich einen haltbaren Begriff oder eine Vorstellung zu machen, wie der Mond sich eigentlich bewegt.

Dass wir auf die principiellen, auf die Hauptfragen der erklärenden Astronomie stets zurückkehren und so Wiederholungen machen müssen, das liegt in der Natur der uns zu Theil gewordenen Aufgabe: es handelt sich darum, durch die Mehrseitigkeit der Anschauung und der Betrachtung die Klärung der Begriffe herbeizuführen; der Student, der Leser soll sich bewusst werden, welcher der einzuschlagende Weg ist, der zur annähernden Auffassung der beobachteten Himmelsphänomene führt.

Zählen wir demnach einige Sätze auf, welche die Theorie über den Mond und seine Bewegung festgestellt hat, und über welche die Astronomen unanim sind.

1. Der Mond circulirt beständig in einer geschlossenen Curve, in deren Innern die Erde sich befindet. (Arago III. p. 375.) Der Mond circulirt um den Mittelpunct der Erde in einer in sich rückkehrenden Curve; die Ebene seiner Bahn ist flach und beweglich. Der Mond gehorcht den Gesetzen Kepler's, sein radius vector beschreibt in gleichen Zeiten gleiche Flächen etc.

Die Beobachtung einiger Mondesperioden langt schon hin, um sich die volle Ueberzeugung zu verschaffen, dass dieser Weltkörper keine geschlossene Curve beschreibt; dass eine solche Curve mit der Erdbewegung eine Unmöglichkeit ist, kann wohl Jedem einleuchtend sein; übrigens wirft diesen Satz die Theorie selbst um. Wir können diesen Sprachgebrauch, die Ausdrücke „geschlossene Bahnen," „in sich selbst rückkehrende Curven," so wie diese auf die sich im Raume ununterbrochen versetzenden Welt-

Digitized by Google

körper angewendet werden, nur eine üble Gewohnheit nennen, welche die Theorie abzulegen hätte.

2. Die Mondesbahn ist ein *beinahe* Kreis: ihre Excentricität ist gering. Der Halbmesser des Kreises ist die mittlere Entfernung des Mondes von der Erde, er ist der radius vector, der die Kepler'schen Flächen beschreibt. Diese Flächen aber sind schon dadurch verloren gegangen, dass die Bahn sich nicht schliesst. Ist die Mondesbahn ein beinahe Kreis, so ist der radius vector *beinahe* derselbe: wenn aber der Mond, im Verhältniss seines scheinbaren Durchmessers, in variable Distanzen von der Erde kommt, so ist der Radius variabel und der beinahe Kreis ist unmöglich. Im Januar 1866 z. B. wächst der Mondhalbmesser in 14 Tagen von 14′47″9 bis 16′9″5; im Juni fällt er in 12 Tagen von 16′38″6 bis auf 14′45″7. Die erste Differenz von 1′21″6 gibt den Unterschied der Entfernungen mit 8630 Meilen, die zweite von 1′52″9 gibt 12900 Meilen, also mehr als den achten Theil seiner *mittleren* Entfernung. Der beinahe Kreis existirt somit nicht, und die Mondesbahn ist für eine jede Revolution eine andere. Soll aber der beinahe Kreis die Wahrheit sein, so müssen die variablen Distanzen die Lüge werden. Bleibt die Umlaufszeit wie die virtuelle Geschwindigkeit des Mondes constant, so verhalten sich die Kreise wie die Halbmesser und die in gleichen Zeiten beschriebenen Bogen umgekehrt wie die Halbmesser. Vergrössert sich der Radius, so beschreibt er einen grösseren Kreis, aber einen kleineren Bogen, die Winkelgeschwindigkeit des Mondes nimmt ab. In diesem Falle hat die Sonnenwärme die Mondesbahn ausgedehnt, darum bewegt sich darin der Mond langsamer. Verkürzt sich der Radius, so beschreibt er einen kleineren Kreis und die Winkelgeschwindigkeit wird grösser; nun hat die Kälte die Bahn zusammengezogen und der Mond läuft schneller.

3. Die wahre Umlaufszeit des Mondes *um die Erde* ist die siderische von 27·32 Tagen! Aus welcher Beobachtung hat die Theorie diese Umlaufszeit abgeleitet? Aus der Coincidenz des Mondes mit einem Stern? Der Mond circulirt nicht *um die Sterne*; aber eben aus dieser Beobachtung folgt die *synodische* Umlaufszeit, denn die Coincidenzperiode mit dem Sterne enthält die Erdbewegung, welche von jener des Mondes abzuziehen kommt. Aus den Conjunctionen des Mondes mit der Sonne? Diese geben nur die synodische Periode von 29·53 Tagen, denn der Mond macht die Tour um die Sonne mit der Erde zugleich, beider Periode ist das Jahr. Nur nach dem System von Ptolomäus ist es möglich, die siderische Revolution des Mondes herauszubringen. Sonne und Mond circuliren in derselben Richtung um die fixe Erde; während erstere ihren Jahreskreis beschreibt, kommt mit

Digitized by Google

ihr der Mond 12·368mal in Conjunction; die Periode einer Conjunction ist somit 29·53 Tage; hieraus folgt, dass während des Jahres der Mond um einen Kreis mehr beschreibt als Conjunctionen da sind, somit die Geschwindigkeiten der Sonne und des Mondes sich wie 1 zu 13·368 verhalten, woraus dann die siderische Revolution von selbst hervorgeht. Wir haben aber genügend gesehen, dass die Theorie sich um die Beobachtungen nicht kümmert, sie folgt ihrem eigenen — Kopfe; würde sie jenen einige Aufmerksamkeit schenken, so würde sie schon längst gelernt haben, dass die Meridiandurchgangszeiten (diese im Mittel genommen) eines Sternes, der Sonne und des Mondes und die Anzahl der Durchgänge während einer Zeitperiode, von auch nur einigen Monaten, vollkommen hinlangen, um aus ihnen sowohl die Umlaufszeit der Erde und des Mondes als die Dauer der Erdrotation, folglich auch den Unterschied zwischen mittlerer und Sternzeit genau herauszufinden.

4. Die Curve schliesst sich nicht, denn sie nimmt auf der Himmelssphäre täglich eine andere Position ein; der Mond beschreibt somit auf der Sphäre *Spiren*, die sich successive durchschneiden und sich von einander mehr und mehr entfernen. Man kann sich von dieser Bewegung ein Bild machen, wenn man den Zwirn nach allen Richtungen so am Knäuel windet, dass dieser seine Kugelform beibehält. Der grosse Himmelskreis, welchen der Mond beschreibt, hat eine gleichförmige retrograde Rotationsbewegung um die Axe der Ecliptik. (Delaunay Astr. p. 390—392.)

Der Mond projicirt sich auf die Himmelssphäre nur in den Grenzen des Zodiaks, woraus folgt, dass der Knäuel seine Kugelform nicht erhalten kann: der Faden windet sich daher, den Aequator durchschneidend, nur um einen kleinen Theil der Himmelssphäre.

5. Vergleicht man die verschiedenen Stellungen, welche der Mond auf der Himmelssphäre einnimmt, so sieht man, dass der Satellit betrachtet werden kann, als bewege er sich um die Erde, den analogen Gesetzen gemäss, nach welchen sich die Sonne scheinbar um die Erde bewegt; somit beschreibt der Mond eine Ellipse, deren einen Brennpunct die Erde einnimmt, und er beschreibt sie dem Flächengesetze gemäss. Im Raume beschreibt der Mond *Sinuositäten* um die Ecliptik. Erde und Mond tanzen mit einander einen Walzer; einmal dreht sich der Mond um die Erde, das andere Mal die Erde um den Mond. (Delaunay p. 419.)

Nachdem der gelehrte Autor bewiesen hat, dass die Bahn des Mondes sich nicht schliesst, folglich keine Ebene hat, dass er Spiren beschreibt, so muss er darauf auch beweisen, dass er eine geschlossene Ellipse nach dem Flächengesetze beschreibt. Dass

Digitized by Google

Erde und Mond mit einander walzen, erscheint als Fantasiestück eines Professors in guter Laune.

6. In Bezug auf die Sonne beschreibt der Mond Cycloiden ohne Schlingungen, denn er kann in Bezug auf die Sonne nicht retrograd werden, weil die Erde zu schnell läuft; ist aber die Erde *ruhend*, so kann der Mond retrograd werden und Cycloiden mit Schlingungen beschreiben.

7. Erde und Mond kreisen um einen gemeinschaftlichen Punct, um ihren Schwerpunct nämlich, der nahe an die Erdoberfläche fällt. Diese ist die superkluge Auslegung der Attractionsgesetze, sie ist von den Beobachtungen gleichfalls unabhängig.

8. Indem er mittelst seiner Knoten die Erdaxe in Schwankung versetzt, zwingt der Mond die Erde während 18 Jahre eine Ellipse zu beschreiben: da er diese mitbeschreiben muss, so hat der Mond nur sich selbst eine Ungelegenheit mehr verschafft.

9. Die Mondesbahn ist zur Ecliptik 5^0 geneigt, diese Neigung ist unveränderlich dieselbe; ihre Neigung aber zum Aequator ist veränderlich und variirt zwischen 18^05 und 28^05. Es ist somit die Schiefe der Ecliptik hier im Spiele, denn die beiden Zahlen sind $23^05 \mp 5^0$ und die Declination des Mondes wechselt periodisch — auf beiden Seiten des Aequators zusammengenommen — zwischen 37^0 und 57^0. Man könnte somit sagen, dass von der Erde aus gesehen die Mondspirale unter einem Winkel liegt, der in diesen Grenzen periodisch ab- und zunimmt. Der Erdäquator ist mit dem Himmelsäquator parallel, ja er fällt mit diesem — nach der Theorie — zusammen; hieraus folgt, dass der Mond in der angegebenen variablen Neigung um die Erde circulirt, sich von Nord nach Süd und umgekehrt versetzt, und die unmittelbare Folge dieser Circulation ist, dass den Mond jeder Beobachter in seinem Zenith sieht, dessen Polhöhe gleich ist der momentanen Mondesdeclination.

[31.] Dieser uns nächste Himmelskörper, dessen zarteste Bewegungen durch eine aufmerksame Beobachtung wahrnehmbar sind, ist wohl da, um Zeugniss abzulegen, dass zu keiner Epoche der Astronomie die Natur der Bewegung Gegenstand ernsten Studiums gewesen ist. Die verschiedenartigen Bewegungen des Mondes und die beständige Abwechslung deren Phänomene konnten zu keiner Zeit begriffen werden; man musste sich über dieselben die abenteuerlichsten Ideen machen.

Erinnern wir uns, dass nach den latenten Begriffen die Erde in Bezug auf den Mond als fix, nach neuem Styl als *ruhend* betrachtet werden kann, damit er seine geschlossene Ellipse nach dem Flächengesetze beschreiben könne. In Bezug auf die Sonne aber ist die Erde nicht fix, sie wird nicht als ruhend betrachtet,

Digitized by Google

woraus dann folgt, dass die Ebene der Mondesbahn verkörpert wird, die Bahn selbst als ein eiserner Fassreif erscheint, welchen die Erde stets mit sich führt. Wenn nun der Mond in der invariablen Ebene seines Fassreifes nicht ruhig verbleibt, nicht mit einer *handgreiflich* gleichförmigen Geschwindigkeit sich bewegt, so ist dies eine Unregelmässigkeit, welche nur durch äussere Störung, natürlich durch die Attraction ganz allein, hervorgebracht sein kann. Dass bei so bewandten Umständen für die Theorie keine projicirte Bewegung existirt; ist an sich klar.

Schon die doppelte Abhängigkeit des Mondes von der Erde und der Sonne vervielfältigt die Phänomene seiner Bewegung, seine Spirale windet sich um die Erdspirale, und die Erdbewegung wird durch ihn reproducirt. Seine periodischen Coincidenzen mit den Sternen und mit der Sonne wechseln stets ab, und es ist ersichtlich, dass die Mondesbewegung keine constanten Zahlen kennt. So wie die Erde zweimal des Jahres die Sonnenbahn — den Aequator — durchschneidet, so durchschneidet der Mond während jeder seiner Perioden zweimal die Erdbahn. Der Mond hat somit seine Aequinoctial- und Lunistitialpuncte. Ist der Mond in seinem Frühlingspuncte, in seinem aufsteigenden Knoten, so fällt sein vermeintlicher Aequator mit der Erdbahn, ja vielleicht mit dem Erd-Sonnen-Himmelsäquator zusammen. Dieses von D. Cassini beobachtete, also entdeckte Phänomen, beurkundet deutlich die Analogie zwischen den Bewegungen der Erde und ihres Mondes: dieser hat seine Lunistitien an den äussersten Grenzen seiner Declinationen.

Die Theorie hat die wichtige Entdeckung gemacht, dass die Retrogradation der Mondesknoten mit der Präcession der Nachtgleichen im Zusammenhange ist, und dass folglich beide Phänomene derselben Ursache zuzuschreiben sind. Um die Präcession zu erzeugen, hat die Theorie die Erdrotation rückgängig gemacht; beim Monde, der keine Rotation hat, musste die Theorie dessen Bahn auf und um die Erdbahn rücklings herum führen, und diese Arbeit muss die Sonnenanziehung vollbringen. Wir haben überdies gesehen, dass bei der Retrogadation der Erdknoten die Theorie damit anfängt und endet, dass *fine finali* der Himmelsäquator als fester Kreis sich auf der Ecliptik, auch einem festen Kreis, rund herum verschiebt; bei den Mondesknoten aber scheint es, dass die Ecliptik selbst einen retrograden Kreis in 18·6 Jahren beschreibt, und wir kommen auf den bereits citirten launigen Einfall, dass „die Ellipse, welche die Erde beschreibt, auf der Bahn, in welcher die Erde sich bewegt, eine Umdrehung nach rückwärts macht."

Digitized by Google

Der Punct der theoretischen Mondesbahn, welchen man für seine Perigée hält, bewegt sich in derselben Richtung mit dem Mond, also direct, und wie die Bücher sagen, verändert er seine Lage so schnell, dass er schon in 8·8495 Jahren „um den ganzen Himmel herumläuft."

Die anomalistische Revolution des Mondes ist um $5^h35'25''9$ länger als die siderische, folglich macht der Mond in 8·8 Jahren 117·302 anomalistische und 118·302 siderische Umläufe. Dieses Phänomen hängt mit der Ab- und Zunahme der Mondesdeclination zusammen. Die Ursache desselben ist nach den gelehrten Autoren die Centripetalkraft; um sich darüber aufzuklären, was ein Kauderwälsch ist, muss man sich an die Quelle dessen wenden.

[32.] Wir haben gesehen wie die Sonnendeclination vorgeht, wie diese ihre Geschwindigkeit ändert, dasselbe fanden wir bei den Variationen des Mittags. Dieser beständige Wechsel der Winkelgeschwindigkeit liegt in der Natur der Projection. Dass die Abwechslung in der perspectivischen Bewegung des Mondes vervielfältigt ist, haben wir bereits bemerkt. Diese Abwechslungen können aus den Ephemeriden und den Tafeln deutlich entnommen werden; bedenkt man, dass die Bewegung des Mondes von jener der Erde nicht getrennt ist, so folgt eigentlich ein Compositum dreier Bewegungen: da indessen der Einfluss der Sonnenbewegung während einer Mondesperiode sehr gering ist, so kann man diesen nur bei grösseren Zeitperioden in Anschlag bringen: die Stellung aber des Mondes in Bezug auf die Sonne ist entscheidend.

Während seiner Circulation kommt der Mond abwechselnd auf die Nord- und Südseite der Erde zu stehen, dann bewegt er sich eben so bald auf der Ost-, bald auf der Westseite seines Planeten. Die Erde ihrerseits kommt gleichfalls abwechselnd während des Jahres auf die Süd-, Nord-, Ost- und Westseite der Sonne; da sie stets vom Monde begleitet ist, so wird es klar, dass die Bewegung dieses letzteren durch die Erdstellung gegen die Sonne geregelt ist. Eine merkwürdige Folge der Mondeslage zwischen zwei Anziehungen ist, dass jene Windungen des Mondes um die Erdsphäre, welche wir durch die Aenderung seiner Declination erkannt haben, und welche stets in der Richtung der Erdrotaion vorgehen, sich nach der Sonnenstellung richten. Ist die Erde auf der Nordseite der Sonne, so gehen die Windungen des Mondes gegen Süden vor, und umgekehrt, das heisst stets gegen die Sonne; dieses Phänomen erklärt wohl den vorherrschenden Einfluss der Sonnenanziehung.

Erwägt man alle diese Umstände, so wird es deutlich, dass die Anzahl der verschiedentlich erscheinenden Bewegungen des Mondes Legion ist, und dass die Theorie in jedem Puncte sowohl

Digitized by Google

der Mondes- als auch der Erdbahn, in jeder Mondesstellung, eine veränderte Bewegung desselben entdeckt, welche sie dann mit geeigneten Namen und Titeln bezeichnet, insgesammt aber für Ungleichheiten, Unregelmässigkeiten, Anomalien, Störungen etc. hält; denn es ist klar, dass nach dem Systeme von Copernik bei der elliptischen Bewegung und mit den geschlossenen Curven solche Unregelmässigkeiten von selbst nicht entstehen können.

Nur ist es Schade, dass es nie einem Astronomen gelingen wird, eine geschlossene Curve mit dem sich bewegenden Centrum möglich zu machen. Will nun der leichte Erklärer durchaus geschlossene Curven haben, so muss er wohl die Planetenbahnen für an den Sonnenmittelpunct festgeschmiedete eiserne Fassreife halten, was er auch, insbesondere in Bezug auf die Bahnen der Satelliten, in der Wirklichkeit thut. Wenn aber derselbe Astronom, der das System von Copernik für die Lebensfrage der Wissenschaft hält, der die elliptischen Bahnen und die geschlossenen Curven als die reinste Wahrheit verkündet, dennoch sagt, dass der Mond „in Bezug auf die Sonne Cycloiden beschreibt," so hat er zwar die elliptischen Bahnen mit keckem Muthe abgeschworen, so wie auch die geschlossenen Curven, hat aber dabei — um seine Cycloiden zu haben — offenbar gegen seinen guten Willen — zwei schwere Bedingungen gesetzt. Nach der Einen nämlich kann die Mondesbahn, welche der Autor für diese Gelegenheit als ein Wagenrad betrachtet, gar nicht zur Erdbahn geneigt sein, denn die Ebene des Wagenrades muss in die Erdbahnebene fallen; die zweite Bedingung fordert, dass die Erde geradeaus in einer geraden Linie fortmarschire.

Der Mond bewegt sich schneller in den Quadraturen, langsamer in den Syzygien; also schneller in seinen Nachtgleichen, langsamer in den Lunistizien. Dies wird Evection genannt und ist von Ptolomäus entdeckt worden. In den Octanten bewegt sich der Mond gleichfalls schneller oder langsamer, also im Mittel der Extreme; diese Ungleichheit wird Variation genannt und ist von Tycho und auch von Anderen entdeckt worden: auch wird bemerkt, dass diese Ungleichheit nicht halb so gross ist als die Evection. Ist die Erde im Perihel, so verzögert sich der Mondeslauf, dies nennt man die jährliche Gleichung, weil ihre Periode das Erdjahr ist.

„In der neuesten und gründlichsten Mondestheorie von Han„sen kommen mehrere Hundert verschiedener Ungleichheiten vor," sagt Dr. Mädler, und die Ursache aller dieser Ungleichheiten ist die Sonnenanziehung, welche sich somit für jede derselben insbesondere modificirt. Man erstaunt darüber, wie leicht dies Alles über Kreuz und Quer durcheinander erklärt wird, wie die Sonne

Digitized by Google

den Mond — je nach seiner Position — bald geradeaus, bald unter rechtem, bald unter schiefem Winkel anzieht; wie die Sonnenattraction den Mond bald der Erde näher, bald ihn wieder von der Erde weiter stosst, bis man endlich selbst auf Ungleichheiten stosst, deren Erklärung *schwieriger* ist.

Das Mitgefühl ist in des Menschen Brust gelegt; liest man in den Büchern, wie einfach, wie natürlich die Phänomene, und wie leicht sie zu erklären sind, was glücklicherweise der Normalzustand ist, so kann man sich einer unzweideutigen Heiterkeit nicht erwehren; trifft man aber hie und da auf einen Fall, wo der Autor sagt, dass dieses oder jenes Phänomen „sehr schwer," ja nur mit Hilfe der allerhöchsten Analyse erklärbar ist, so wird man ganz schwermüthig.

Indessen scheint uns die Evaluation der „gründlichsten Mondestheorie" etwas stiefmütterlich ausgefallen zu sein; Laplace hat schon acht Classen von Ungleichheiten aufgestellt, und die Sachlage zeigt, dass der Mond so viele Ungleichheiten hat, als Puncte in seiner unendlichen Spirale, als Momente in seiner siderischen Umlaufszzeit sind. Setzen wir nur einen solchen Punct der Mondesbahn gleich einer Zeitsecunde, in welcher der Mond einen Raum von mehr als 31000 Metres durchläuft, so hat er während der kurzen Periode seiner rückgängigen Knoten den grossen Himmelskreis, die Ecliptik retrograd durchwandernd, nicht weniger als 586,950000 Ungleichheiten, welche man mit ihrer zugehörigen Sonnenattraction ganz genau berechnen kann, da die „meisten derselben in der Länge des Mondes vorgehen."

[33.] Was Newton über den langsamen Gang des Mondes im Erdperihel gesagt hat, wird von den heutigen Astronomen getreu nachgesprochen. „Die Mondesbahn dehnt sich durch die Sonnenwärme aus, und der Mond muss sich in der erweiterten Bahn langsamer bewegen," wie die Erde gegen ihr Aphel vorrückt, zieht sich die Mondesbahn, der wachsenden Kälte wegen, mehr und mehr zusammen, und wird so in der Erdsonnenferne viel kleiner, in welcher dann der Mond sich schneller bewegen muss. Der Schluss kann nicht practischer sein, nur sprechen die Bücher von dem letzteren Theil der Wirkung nicht.

Hat ein Naturphilosoph erkannt, dass denselben Wirkungen dieselben Ursachen, und umgekehrt, zuzuschreiben sind, so könnte er diesen Satz auch im Gedächtniss behalten: grosse Geister aber sind manchmal Zerstreuungen ausgesetzt. Die Erde bewegt sich nach der Theorie im Winter am schnellsten, ihre Bahn muss somit durch die Kälte zusammengezogen sein; es scheint daher eine, noch genauer zu entdeckende Eigenschaft der Mondesbahn zu sein, dort Hitze zu empfinden, wo die Erde und ihre Bahn Frostkälte

Digitized by Google

verspüren. In der That gehört ein ganz sonderbarer Ideengang dazu, sich vorzustellen, dass eine im Raume beschriebene Linie, welche spurlos verschwindet, durch die Wärme ausgedehnt, durch die Kälte zusammengezogen wird.

Dass alle die unzähligen Ungleichheiten des Mondes, die Sonnenanziehung ganz allein bewerkstelligen soll, das schien Laplace zu monoton, und um eine kleine Abwechslung in die Theorie zu bringen, hat er sich unter den Ungleichheiten zwei ungleiche ausgesucht, nämlich eine grössere Ungleichheit in Länge, und eine kleinere in Breite, welche beide die Erdabplattung — der gewisse Wulst — hervorzubringen hat.

Als Newton den Satz aufstellte, dass ein Sphäroid anders angezogen wird als eine Sphäre, hat er durch diese Variante seine Attractionsgesetze umgeworfen. Die Masse eines Weltkörpers ist nicht mehr in sein Centrum vereinigt, die Anziehung ist somit weder central, noch der Masse proportional; der Himmelskörper ist nicht in seiner Gesammtmasse angezogen, er zieht nicht mit seiner Totalmasse an; die partielle Attraction nach allen Richtungen ist begründet. Bedenken wir, dass ein Weltkörper, die geballte Materie, wenn an ihm auch keine Abplattung wahrnehmbar ist, schwerlich ohne alle Asperität sein wird, dass also kein solcher Körper so kugelrund ist, als hätte ihn ein Drechsler geformt und polirt, so müssen wir erkennen, dass Newtons Attractionsgesetzte nicht für den Himmel, sondern für die Geometrie gemacht sind. Der Satz: „die Anziehung ist der Masse proportional," ist allgemein und muss wahr sein, welche immer die Figur des Körpers ist. Stellt man sich nun vor, dass die Gesammtanziehung von einem Puncte des Körpers ausgeht, und so auf einen andern Körper einwirkt, dessen Anziehung eben so auf den Sammelpunct agirt, so ist dieser Punct wohl kein anderer, als der Schwerpunct, ohne welchen kein Körper existirt. Ist ein Körper durch eine Impulsion in Bewegung versetzt, so wirkt die Kraft stets auf diesen Schwerpunct, direct oder indirect; erhält der Körper zugleich eine Rotation, so geht diese auf dem Schwerpunct vor, der folglich in der Rotationsaxe liegt. Wie gross jener Massetheil eines Körpers ist, welcher, um aus ihm eine geometrische Sphäre zu machen, abzudrechseln ist, das weiss die Analyse, und wir haben gesehen, wie dies die Theorie der Präcession angestellt hat.

Nach diesem eclatanten Fall hat nun Laplace ganz folgerecht gemeint, dass, wenn der Erdwulst, der Kugelüberschuss, von der Sonne, von dem Mond und den Planeten, collectiv oder auch extra angezogen wird, derselbe auch seinerseits eben so gut wieder eine Extraanziehung ausüben kann und muss, und z. B. dem Mond wenigstens zwei Ungleichheiten zufügt. Er hat somit diesen

Digitized by Google

höchst wichtigen Gegenstand, der uns an das „jus talionis“ erinnert, der Analyse unterworfen, und indem er zu der Bestimmung dieser zwei Mondesungleichheiten dieselbe Erdabplattung als Haupt-, als Grundargument genommen, so fand er dennoch, dass diese zwei ungleichen Ungleichheiten die Analyse fast so genau gegeben hat als die Beobachtung selbst. Dies kommt daher, weil die Analyse recht wohl weiss, dass der Wulst mit Ueberlegung handelt, und auf die kleinere Ungleichheit mit Schonung einwirkt. Bei dieser Untersuchung und Determination zeigte sich die Analyse in ihrem höchsten Glanz; es haben nämlich die zwei ungleichen Ungleichheiten aus Dankbarkeit die Abplattung der Erde viel genauer angegeben, als sie wirklich ist. Einem ähnlichen, eben so überraschenden Resultate begegneten wir bereits bei der Bestimmung der Nutation, wo die Analyse gleichfalls viel genauer die Zahlen herausbrachte, welche Bradley gegeben hat. So kommt das Gold immer reiner und reiner aus dem Schmelzofen heraus.

[34.] Der Theorie fällt es gar nicht bei, dieses langsamer und schneller in der Mondesbewegung für eine Projection zu halten, sie nimmt es buchstäblich; sie geht darüber hinaus, dass die Mondesbewegung jene der Erde enthält; für die Theorie bewegt sich der Mond mit einer beständig abwechselnden, mit einer stets veränderten Geschwindigkeit, denn sie kann es nicht begreifen, wie alle diese beobachteten Phänomene mit einer gleichförmigen Bewegung möglich sein könnten?

Wir haben wiederholt bemerkt, dass eine variable — Winkel- oder Linear- — Geschwindigkeit für einen Weltkörper, eine absolute Unmöglichkeit, und dass die Annahme derselben ganz naturwidrig ist. Nimmt die eigene Geschwindigkeit eines Himmelskörpers entweder ab oder zu, so wird diese Ab- oder Zunahme, sei nun deren Ursache bekannt oder nicht, sich fortsetzen, nicht aber sich umwandeln, wieder verändern. Der Mond bewegt sich demnach wie alle andern Weltkörper mit einer permanent gleichförmigen Geschwindigkeit. Eben so ist es eine absolute Unmöglichkeit, dass der angezogene Körper sich dem Anziehenden abwechselnd nähert und sich wieder von demselben entfernt. Der Mond muss somit von der Erde in einer unabänderlichen Entfernung bleiben, so wie — in sehr kleinen Grenzen auch von der Sonne. Diese beiden Naturnothwendigkeiten, die Unveränderlichkeit in Bewegung und Entfernung, betrachten wir als Grundbedingung des Bestehens des Weltalls; ihre richtige Auffassung führt zu einem rationellen Begriff über die allgemeine Gravitation.

Aus diesem Grunde sagen wir, dass, so wie die Erde von der Sonne stets gleich entfernt ist und sich gleichförmig bewegt, so bleibt der Mond in derselben Entfernung von der Erde und bewegt sich

Digitized by Google

stets gleichförmig; dass demnach alle die Reden von variablen Distanzen und Geschwindigkeiten leere Faseleien und Folgen unzeitiger Begriffe sind.

Wir hatten Gelegenheit zu sehen, dass die Perturbationstheorie eine jener Früchte der Einbildung ist, welche fallen müssen, da sie ursprünglich schon den Keim der Zerstörung in sich enthalten.

Ist ein Phänomen unbegreiflich, gleich wird es der Attraction in die Schuhe gesteckt; da man nun nach den Attractionsgesetzen calculiren kann, oder. wie Laplace sich ausdrückt, „da die einfache Attraction sich der Analyse unterwerfen lässt," so kann man auch die unumstösslichen Beweise liefern, dass die Perturbationen eine Wahrheit, und dass alle Anomalien, Unregelmässigkeiten, Ungleichheiten, Variationen etc. das Werk der Anziehung sind.

Andererseits kann man nicht hinlänglich erstaunen, mit welcher „mathematischen" Genauigkeit die Himmelskörper sich bewegen, und ihre Perioden vollenden, wie sie zu voraus bestimmbaren Zeiten pünctlich ihre früheren Positionen einnehmen etc.; es scheint somit hier gleichfalls eine unzweideutige Ideenverwirrung obzuwalten.

Wenn sich ein Autor abmüht, uns begreiflich zu machen, dass die Störungen keine Störungen sind, indem die Ordnung und Harmonie der Schöpfung nicht gestört werden können, dabei aber die Ungleichheiten, welche „durch Nebenwirkungen der Kräfte erzeugt werden," als positiv annimmt, so sollte er uns darüber aufklären, wie die Nebenwirkungen beitragen die Ordnung und die Harmonie ungestört zu erhalten? Der gelehrte Autor hätte nur noch einen kleinen Schritt zu machen, um einfach zu sagen, dass alle Anomalien, Unregelmässigkeiten, Ungleichheiten und Variationen nichts anderes als die Ordnung und die Harmonie selbst sind. Ist aber diese Harmonie erkannt, so hat die Perturbation keinen Sinn. Findet die Theorie für *ihre* Perturbation kein passendes Wort und bleibt sie bei den „Ungleichheiten" stehen, so fragen wir, was versteht man unter „Ungleichheit," wenn der Begriff der Gleichheit nicht festgestellt ist? Bewegen sich die Weltkörper nicht so, wie sie sich nach dem System von Copernik bewegen sollen, oder zeigt sich ihre Bewegung anders, als man sie sehen möchte?

Die grosse Zahl der Ungleichheiten resumirt sich in der einzig beobachtbaren, wandelbaren, also variablen Winkelbewegung der Himmelskörper, und diese wird die veränderliche Geschwindigkeit genannt, wodurch somit schon eine Vermengung der Angular- und Linearbewegung stattfindet.

Digitized by Google

Die Weltkörper beschreiben in gleichen Zeiten ungleiche Bogen; dies nennt die Theorie Ungleichheit, würden sie eine constante Winkelbewegung zeigen, so würde keine Störung existiren und die Geschwindigkeit würde eine gleichförmige sein! Aber eben diese scheinbare oder sichtbar variable Winkelbewegung liefert den deutlichsten Beweis, dass die wirkliche Bewegung eine gleichförmige ist, da eine unverändert dieselbe Angularbewegung *zu sehen* eine Unmöglichkeit ist. Es zeigt sich demnach im Gegensatze zu der Theorie, dass, würden wir an den Himmelskörpern eine gleichförmige Winkelbewegung wahrnehmen, so müssten sie sich mit einer variablen Geschwindigkeit bewegen.

Wir wissen, dass die scheinbare Geschwindigkeit eines sich gleichförmig bewegenden Körpers am grössten ist, wenn sie auf unsere Vision senkrecht vorgeht. Dies ist der constante Fall, in welch immer einer Linie, geraden oder krummen, der Körper sich bewegt. Würde ein Weltkörper sich in der Geraden bewegen, so würde seine Geschwindigkeit als die grösste erscheinen, in dem Puncte der Linie welcher unserem Auge als der nächste erscheint, an beiden Seiten dieses Punctes würde seine Geschwindigkeit graduell abnehmen. Ist eine Circulation da, so ist die Abnahme der Geschwindigkeit um so grösser, je mehr die Richtung der Bewegung sich der Richtung unserer Vision nähert, fällt sie mit dieser zusammen, so ist die Geschwindigkeit Null.

Wir haben gesehen wie die Sonnendeclination das Maximum ihrer Geschwindigkeit in den Nachtgleichepuncten erreicht und in den Solstizien Null wird. Derselbe Fall ist bei der Mondesbewegung; sie ist in ihrem Maximum, wenn der Mond die Ebene des Erdäquators — die Rotationsebene — durchschneidet, in ihrem Minimum, wenn sie mit dieser Ebene parallel vorgeht, der erste Fall tritt in den Quadraturen, der zweite in den Syzygien statt. Der Spielraum zwischen den Grenzen des Maximums und Null enthält die Unzahl von Ungleichheiten aller Art, welche durch die Erdstellung in Bezug auf die Sonne, noch bedeutend vermehrt werden. Wird die Theorie zur Erkenntniss der einfachen Thatsache gelangen, dass wir die projicirte Bewegung der Weltkörper in der Richtung der Erdbewegung perspectivisch sehen, so wird sie von ihren Perturbationen einen freundlichen Abschied nehmen, und die Ausdrücke Evection, Variation, jährliche Gleichung etc., als ein theures Andenken an die gute alte Zeit, in den Büchern aufbewahren.

[35.] Da ist nun das Phänomen der Libration. Der Mond wendet der Sonne allmälig eine der Lage nach veränderte Hemisphäre zu; seine Sphäre scheint nämlich sich abwechselnd gegen die Sonne zu neigen und wieder sich von ihr wegzuneigen, in den

Digitized by Google

Grenzen der Neigung seiner Bahn zur Erdbahn, oder wenn man will der Neigung seines Aequators zu seiner eigenen Bahn; diese Grenzen liegen zwischen 5^0 bis 6^0, um welche sich die beleuchtete Hemisphäre verändert. Merkwürdig ist bei diesem Phänomen, dass, wie die Theorie sich ausdrückt, es eine Libration in Länge und in Breite gibt, woraus abermals hervorgeht, dass der Mond keine Rotation hat. Nennt man Libration in Breite jene Beleuchtungsunterschiede, welche an der Nord- und Südseite des Mondes vorgehen, so wird die Libration in Länge die Ost- und Westseite der Kugel betreffen, also in der Richtung ihres Aequators vorgehen. Der Effect des Phänomens ist, dass von der Erde aus gesehen, von der Mondeskugel abwechselnd bis sechs Grade mehr oder weniger beleuchtet erscheinen, woraus dann folgt, dass strenge genommen der Mond nicht stets dieselbe seine Halbkugel der Erde zeigt, sondern eine in den bemerkten Grenzen veränderliche.

Die Erde hat gleichfalls diese Libration in Breite, welche in den Grenzen der Sonnendeclination eingeschlossen ist; wir wissen, dass die Beleuchtungsgrenze sich täglich ändert und so auf der Erdoberfläche die verschiedenen Tageslängen gibt. Dieses Phänomen führt aber den evidenten Beweis mit sich, dass der Erdäquator zu der Erdbahn nicht geneigt ist, denn würde er — nach der Theorie — 23^05 zu ihr geneigt sein, so würde sich die Beleuchtungsgrenze bis $\pm 47^0$, also auf das Doppelte ausdehnen; im Winter z. B. würden über den Südpol, und im Sommer über den Nordpol 47^0 beleuchtet sein. Eine Libration in Länge hat die Erde ihrer Rotation wegen nicht.

Die Libration der Sonne ist deutlich beobachtbar; auch ihre Hemisphäre scheint sich abwechselnd gegen die Erde zu neigen und wieder sich abzuwenden: ihre Grenzen sind dieselben der Erdlibration.

Libration ist somit für die Erde und den Mond die Versetzung der Beleuchtungslinie auf ihrer Oberfläche; im Allgemeinen aber die Lage oder Stellung einer Sphäre in Bezug auf unsere Vision: auch unsere Augen senden Strahlen aus, welche die eine Hälfte einer Kugel umfassen und so diese uns sichtbar machen.

Die Theorie sagt, die Rotationsdauer des Mondes ist genau gleich der Dauer seiner Revolution. Damit ein Körper, während er einen Kreis beschreibt, sich auch einmal umwenden könne, so ist es natürlich, dass immer und stets derselbe Punct seiner Oberfläche in der Kreislinie voraus sei. Schreibt man dem Mond einen Aequator zu, so liegt dieser Punct in seinem Aequator. Der Mond beschreibt seinen „grossen Himmelskreis“ im Sinne der Sonnen- und Erdbewegung, ein Autor könnte sagen „nach seiner Länge:“ während er diesen Kreis beschreibt wendet sich der erwähnte

Digitized by Google

Punct genau so viele Grade, Minuten oder Secunden von einem Sterne z. B. ab, als er Grade, Minuten oder Secunden in seinem Kreise vorgeschritten ist. Was ist aber die Folge dieser Bewegung? Dass der Mond, der sich so einmal auf seiner Axe umgedreht hat, successive alle seine Seiten dem Sterne, ja allen Sternen, folglich auch der Sonne zugekehrt hat.

[36.] Es liegt nicht in unserer Absicht, die Studien über die Mondesbewegung im Detail vorzunehmen; sie sind Gegenstand ausgedehnter Betrachtungen. Indessen wollen wir noch ein Beispiel anführen, wie die Sätze der Theorie mit den Erscheinungen, wie die Explicationen mit den Beobachtungen übereinstimmen.

Dass die Mondesferne umgekehrt wie sein scheinbarer Halbmesser ist, wird als eine unumstössliche Wahrheit proclamirt. Der Mond nähert sich der Erde und entfernt sich von ihr, während jeder seiner Perioden, und zwar in verschiedenen Gradationen. Wir haben gesehen, dass diese Entfernung mehr als ein Achtel seiner mittleren beträgt. Die Anziehung nach dem Quadratgesetze wirkt somit auf den Mond verschiedentlich; je näher er der Erde kommt, desto schneller seine Bewegung, desto langsamer, je mehr er sich der Sonne nähert. Man liest über diesen Gegenstand unter Anderm Folgendes:

„Stehen Erde, Sonne und Mond in gerader Linie, entweder in „der Opposition oder Conjunction, so wird im ersten Falle die „Erde stärker als der Mond, im letzteren der Mond stärker als die „Erde angezogen, in beiden Fällen aber die Distanz zwischen Erde „und Mond dadurch *vergrössert*, und folglich die Kraft, mit wel„cher die Erde auf den Mond einwirkt, *vermindert*, so wie die „Bewegung des letzteren *verlangsamt*. Wenn dagegen der Mond, „die Erde und die Sonne einen rechten Winkel bilden, der Ab„stand beider Körper von der Sonne also beiläufig gleich ist, so ist „zwar die Kraft selbst, mit welcher die Sonne sie anzieht, nicht „verschieden, wohl aber die Richtung der Anziehung. Beide Rich„tungen convergiren nämlich zur Sonne, woraus folgt, dass der „Mond und die Erde einander etwas genähert, die Wirkung beider „auf einander verstärkt und die Bewegung des einen um die an„dere *beschleunigt* wird. Auf diese Weise erklärt sich die Evection.“ (Dr. J. H. Mädler, pop. Astr. p. 163.)

Wir haben bereits einen andern Autor citirt, der dasselbe sagt, und haben zugleich — bei den Fluthen — mit einiger Ueberraschung gelernt, dass, je weiter der Mond von der Erde entfernt ist, er desto stärker seinen Planeten anzieht: überliest man aber die citirten Zeilen mit hinlänglicher Aufmerksamkeit, so lernt man — noch mehr.

Digitized by Google

Der Mond kommt — er weiss nicht wie, er weiss nicht warum — aber das System von Copernik und die Gesetze Kepler's wollen es so, in die Nähe der Sonne, welche, wie natürlich, die gute Gelegenheit benützt und ihn stärker an sich zieht; wie nun der Mond wieder sich aus den Klauen der Sonne befreit, das ist seine Sache, das Factum ist, dass die Sonnenanziehung, welche, wie jede andere, die Geschwindigkeit vergrössert, in diesem Falle eine notable Ausnahme macht und die Mondesbewegung anstatt zu beschleunigen „verlangsamt." Vor Allem lernen wir also hier, dass die Mondesgeschwindigkeit nur durch die Erdnähe, nicht aber durch die Sonnennähe beschleunigt wird, dass somit die stärkere Sonnenanziehung auf den Mond nur auf seine Entfernung, nicht aber auf seine Bewegung wirkt. Dieses „Gesetz" fliesst ganz natürlich aus Newton's Princip, nach welchem die Mondesbahn durch die Sonnenwärme ausgedehnt wird und somit darin der Mond sich langsamer bewegen muss.

Darauf lernen wir, dass die Sonnenanziehung die Erdanziehung auf den Mond aufhebt; ein Umstand, der fähig ist, einigen Zweifel in uns zu erregen, dass der Mond wirklich der Erdsatellit ist.

Während der Conjunction — ob nun eine Eclipse da ist oder nicht — verstellt der Mond den Weg, die Sonnenattraction kann nicht auf die Erde wirken, somit muss diese zurückbleiben; dass der kleine Mond die grosse Erde nicht nach sich ziehen kann, ist an sich klar, es ist aber auch klar, dass die Sonnenanziehung auf eine kleinere Masse eine grössere Wirkung hervorbringt; umgekehrt jedoch ist der Fall während der Opposition, hier kann die Sonne ungehindert die Erde an sich ziehen, aber nicht den Mond, da nun die Erde der Attraction auf den Mond den Weg verstellt, obwohl man nicht sagen kann, in diesem Falle deutlich zu sehen, dass die „Richtung der Sonnenanziehung" sich nicht verändert hat; bis hieher indessen ist Alles evident, warum aber der kleine Mond zurückbleibt und von der grossen Erde nicht nach sich gezogen wird, ist für Denjenigen ein Räthsel, der in den wahren Mechanismus der Anziehung nicht gehörig eingedrungen ist. Wir aber haben schon gelernt, wie die Attraction sich decomponirt, und es ist für uns klar geworden, dass die Sonnenanziehung im ersteren Falle den Mond durchdringt, um zur Erde zu gelangen, im letzteren aber durch die Erde passirt, um als Repulsivkraft den Mond von der Erde wegzustossen.

Der Umstand, dass die Erde mit jeder Opposition von der Sonne bedeutend an sich gezogen wird, macht eine Rectification in der Theorie des Erdperihels nöthig; die Erde hat nämlich ein Lunarperihel, in welches sie, nach der siderischen Umlaufszeit des Mondes, 13mal während des Jahres tritt, also eben so viele Lunar-

Digitized by Google

Sonnennähen hat; die Beobachtungen wissen zwar nichts davon, dass die Erde 13mal des Jahres in die Sonnennähe kommt, aber die Grösse dieser Lunarerdperihelien ist durch die Theorie gegeben; um wie viel der Mond bei der Opposition von der Erde zurückbleibt, um so viel muss die Erde sich der Sonne nähern.

Ganz analog mit der Decomposition der Solarattraction ist die „veränderliche Richtung“ derselben, und die „Convergenz der Richtungen.“ Es zeigt sich hier sogar eine neue, bis jetzt unentdeckte Eigenheit der *Schwere*, die nicht nur in gerader Linie, sondern auch unter Winkeln agirt. Die Einwirkung der Solarattraction auf die Erde und den Mond unter *einem rechten Winkel* hat die „Annäherung beider Körper zur Folge;“ dieser einfache Mechanismus ist leicht begreiflich, wenn man sich vorstellt, dass Erde und Mond an Fäden hängen, welche der Sonnenmittelpunct mit sich zieht.

Ist der Mond in der Quadratur, so bilden Mond, Erde und Sonne einen rechten Winkel! Hieraus könnte der Leser folgern, dass die Divergenz der Anziehungsrichtung bei 90° ist. In dieser Position aber erscheint der Mond — von der Sonne aus gesehen — in einem Winkelabstand von kaum mehr als sechs Minuten von der Erde! Es scheint demnach, dass die Convergenz der Richtungen keine grosse Arbeit zu verrichten hat.

Genug, Erde und Mond ziehen sich gegenseitig, in der grösseren Nähe stärker an, folglich muss der Mond in den Quadraturen schneller laufen, die Erde aber läuft in Folge der grösseren Lunaranziehung nicht schneller: dies ist die Evection, und leider wird es nicht gesagt, ob diese grosse Ungleichheit in der Länge oder in der Breite ist: da aber die meisten Ungleichheiten in der Länge sind, so ist es wahrscheinlich, dass die Evection sich in der Majorität befindet. Aus der citirten Explication geht demnach hervor, dass die grösste Geschwindigkeit des Mondes in den Quadraturen ist, und dass er in diesen der Erde stets am nächsten, in den Syzygien am entferntesten ist. Wie reimt sich dieses aber mit dem Satze, dass des Mondes Perigée, folglich auch seine Apogée während 8·8 Jahre „um den ganzen Himmel herumläuft?“

Die Gehaltlosigkeit einer solchen Explication ist durch einen Blick in die Ephemeriden erwiesen; betrachten wir z. B. die Mondesstellungen während des Monats Juni 1865 nach dem Berliner Jahrbuch, um zu sehen, wie die Entfernungen und Geschwindigkeiten desselben mit den Erklärungen harmoniren.

Vollmond . . .	8. Juni	22 Uhr	Halbmesser	15′20″	Entfernung	97500	Meilen
Letztes Viertel	16. „	22 „	„	16′10″	„	92000	„
Neumond . . .	22. „	20 „	„	15′20″	„	94500	„
Erstes Viertel .	30. „	14 „	„	14′58″	„	102000	„

Apogée 2. Juni 22 Uhr. Perigée 18. Juni 5 Uhr.

Grösste Geschwindigkeit in Declination und Breite den 6. und 18. Null den 12. und 17.

Grösste Geschwindigkeit in Rectascension den 21., kleinste Anfangs und Ende des Monats. Diese Angaben bedürfen keines Commentars.

Derselbe Autor, der den Mond „in Bezug auf die Sonne" Radlinien ohne Schlingungen, also Radlinien die es nicht sind, beschreiben lässt, sagt, dass man sich erlauben darf, die Erde als ruhend in Beziehung auf den Mond zu betrachten und auf letztere beider Bewegungen zu übertragen, „und dies wird in Folgendem auch durchwegs geschehen:" es ist somit nur eine gelehrte Consequenz, wenn man die hingeschriebenen Kreisstücke als Cycloiden betrachtet.

Bei gehöriger Würdigung dieses geistreichen Kunstgriffes kann man nicht darüber staunen, mit welcher Leichtigkeit die Phänomene der Mondesbewegung erklärt werden. So wird z. B. die jährliche Gleichung, seine Winterungleichheit, „deren Periode das Erdjahr ist," ganz einfach und leicht dadurch erklärt, wenn man sich vorstellt, dass die Erde in Beziehung auf den Mond das ganze Jahr ruhend ist.

Wir bemerken: Ist es eine Thatsache, dass die Geschwindigkeit des Mondes in den Quadraturen die grösste ist, so liegt deren Ursache weder in der Entfernung, noch in der Sonnenanziehung, und dass die Theorie noch einige Studien zu machen hat, bevor sie sich auf die *leichten* Erklärungen wirft.

* * *

[37.] Schiefe der Ecliptik, ihre Neigung zum Weltäquator, Neigung des Erdäquators zur Ecliptik, Sonnendeclination, Winkelabstand der Erdbahn vom Himmelsäquator, Winkelabstand des Erdäquators von der Sonne, Winkelabstand oder Neigung der Erdspirale gegen die Sonnenbahn, Neigung der Erdbahn zur Sonnenbahn, Halbmesser der Erdrevolutivcurve etc. sind somit Synonyme und können eines für das andere gesetzt werden.

Nimmt demnach die Schiefe der Ecliptik ab, so nehmen alle diese Dinge, also auch die Sonnendeclination, der Erdbahnhalbmesser und die Neigung dieser Bahn gegen jene der Sonne etc. gleichfalls ab.

Wir haben gesehen, mit welcher Sicherheit Laplace und nach ihm die Astronomen behaupten, dass die Schiefe der Ecliptik, so wie die mit dieser in Verbindung gebrachte Neigung des Erdäquators zu ihrer Bahn höchstens drei Grade abnehmen können, worauf sie dann wieder zunehmen werden.

Digitized by Google

Es ist offenbar, dass diese Behauptung in der Luft bleibt, wenn man nicht weiss, was die Ecliptik ist; wir wollen aber von diesem kritischen Umstand abstrahiren und sagen: entweder ist die Abnahme der Schiefe scheinbar oder sie ist reell. So lange man das eine oder das andere nicht constatirt, und es scheint, dass dies ausser dem Bereiche der heutigen Wissenschaft liegt, so lange bewegt man sich in hohlen Suppositionen und raisonnirt im leeren Raum.

Die practische Astronomie unterscheidet eine „mittlere“ und eine „scheinbare“ Schiefe, diese ändert sich während des Jahres beiläufig um 2″5 und ist mit der Breite der Sonne im Zusammenhange, die erstere übertrifft sie um 7″5; dieses Phänomen scheint somit von der secularen Abnahme unabhängig zu sein. Bringt man die Abnahme der Schiefe mit der Präcession in Verbindung, so ist die Periode der Schiefe das Hundertfache der Periode der Präcession. Ein Grad Abnahme der Schiefe erfordert bei 7200 Jahre.

Seitdem man den Himmel beobachtet, nimmt die Schiefe der Ecliptik beständig ab und keine Analyse wird uns sagen, zu welcher Zeit sie begonnen, wann sie ihr Maximum erreichen und folglich, wann sie wieder zuzunehmen anfangen wird, oder ob überhaupt der Abnahme sicherlich eine Zunahme folgt?

Ist nun die Abnahme scheinbar, so könnte sie Wirkung der Perspective in Folge der Sonnenbewegung sein, welche in einer Doppelcurve unbekannter Richtung vorgeht; alsdann wäre es möglich, dass mit dem Wechsel der Richtung der Sonnenbewegung die Perspective sich ändert und der scheinbaren Abnahme eine scheinbare Zunahme folgt; da aber die Sonnenbahn noch kein Geometer der Analyse unterworfen hat, so müssen die Astronomen sich wohl bequemen in der — Hypothese zu bleiben. Geht aber eine reelle Abnahme ihren Gang fort, so werden wohl Himmelsecliptik und Himmelsäquator vom Jahre 1865 angefangen, in beiläufig 168000 Jahren zusammenfallen und der Theorie bleibt es noch immer unbenommen zu behaupten, dass dann die Schiefe wieder zuzunehmen anfangen wird und die Theorie wird Recht haben, denn wenn sich die Bewegung fortsetzt, so werden Aequator und Ecliptik wieder auseinandergehen, so weit als man es will.

Die peremtorischen Schlüsse, die apodictischen Behauptungen, sowie die absolutistischen Entscheidungen sind, wie wir dies zu sehen vollauf Gelegenheit haben, in das ausschliessliche Eigenthum der Geometer und der Astronomen übergegangen. Der Aberglaube, dass sie vom Himmel schon alles wissen, ist bis zum Fanatismus ausgeartet; es ist bekannt, dass, wenn irgend etwas fähig ist den Aberglauben „alles zu wissen“ zu heilen, dies das Naturstudium ist. Da nun der, der alles weiss, die Natur nicht zu

Digitized by Google

studieren braucht, so werden die Astronomen ihren Aberglauben noch recht lange beibehalten; man könnte ihnen jedoch die Beherzigung des philosophischen Axioms von Archesilaus einstweilen empfehlen, dieser Denker nämlich sagte schon anno — 318, dass „der Weise mit seiner Zustimmung kargen, sein Urtheil zurückhalten soll."

Denken wir über die mögliche Ursache einer Abnahme, einer Verkleinerung der Erdbahn nach, so finden wir, dass, — unseren Begriffen gemäss — entweder die eigene Geschwindigkeit der Erde abnimmt, oder jene der Sonne wächst. In beiden Fällen dehnt sich die Erdspirale mehr und mehr aus, und nähert sich der Sonnenbahn; in beiden Fällen aber bleibt die Jahresdauer dieselbe, so wie auch die Dauer des Tages. indem die Abnahme der Rotations- aus der Abnahme der Circulationsgeschwindigkeit a priori nicht folgt.

Stellen wir uns dennoch vor. dass die eigene Geschwindigkeit der Erde aus uns unbekannten Ursachen sich graduell vermindert, so wird sie wie ein kreisender Pendel immer kleinere und kleinere Kreise in derselben Zeit beschreiben, bis sie endlich gar nicht mehr circulirt. Ein auf der Erdoberfläche kreisender freier Pendel beschreibt während seiner Bewegung, strenge genommen, nicht zwei gleich grosse Kreise, so wie der Ausschlag (Amplitude) eines gewöhnlichen oscillirenden Pendels, mit jeder Schwingung sich ändert. Die Ursache der Geschwindigkeitsabnahme eines sich freibewegenden Pendels wird gewöhnlich der Reibung — am Aufhängpuncte — und dem Widerstande der Luft zugeschrieben; wir sind jedoch der Meinung, dass die Erdanziehung allein hinlänglich ist, die Bewegung eines Pendels bald und gänzlich einzustellen. Würden wir hier die Analogie auf die Himmelsbewegungen anwenden, so müssten wir sagen, dass die Erde in Folge des unausgesetzten Einflusses der Sonnenanziehung ihre eigene Geschwindigkeit stufenweise verliert, bis sie am Ende ohne Eigenbewegung, ohne zu circuliren, nur einfach der Sonne folgt. Dieser Zustand könnte uns den Begriff der Gravitation geben, welche nur aus einem Schwanken (Balancement) im Raume ohne Eigenbewegung des Weltkörpers besteht. Was von der Erde gilt, gilt für alle zum Sonnensystem gehörigen Weltkörper; die Geschwindigkeit des einen kann eben so abnehmen, wie jene irgend eines andern; die Perioden aber der Abnahme können verschieden sein. So viel scheint uns einleuchtend zu sein, dass die Abnahme der Schiefe die Erde allein betrifft, nicht aber das ganze System, und da jedem Planeten eine eigene Ecliptik zugehört, so ist ihre Abnahme mit den Bewegungen der einzelnen Planeten verbunden.

Wir haben gesehen, dass der Winkel oder die Grösse der Bahn eines Planeten welche immer sein kann, ohne dass seine Ent-

Digitized by Google

fernung von der Sonne mit der Aenderung des Winkels eine adequate Aenderung erleidet, indem seine Bahnweite von seiner eigenen Geschwindigkeit abhängt, und somit durch die Grösse der primitiven Impulsion bestimmt wurde. Die Erde kann somit weder der Sonne sich nähern, noch von ihr sich entfernen, unter welch immer grossen oder kleinen Winkeln ihre Revolutivcurve liegt; ja selbst dann nicht, wenn ihre Circulation gänzlich aufhört, denn die Sonnenanziehung ist dieselbe geblieben. Die Idee, nach welcher ein Planet mit dem Verlust seiner eigenen Geschwindigkeit sich der Sonne nähern, und endlich in sie fallen muss, ist aus der falschen Auffassung der Attraction sowohl als auch aus den aufgestellten irrigen Begriffen über Bewegung im Allgemeinen, und insbesondere über die Circulation „um das Centrum" entstanden.

Ein anderes ist es in der zweiten Hypothese. Beschleunigt die Sonne — aus welch immer Ursachen — ihre Bewegung, so vergrössert sich die Führungsgeschwindigkeit aller Planeten, und ihre Spiralen werden einerseits in die Länge ausgedehnt, andererseits der Sonnenbahn, dem Aequator näher gebracht, also die Neigung derselben vermindert. Der von der Erde durchgelaufene Raum bleibt bis zu einem gewissen Grade derselbe, so wie auch die Dauer ihrer Perioden; um aber z. B. bis zu einem Grade der Neigung mehr zu bringen, müsste die Zunahme der Sonnengeschwindigkeit schon eine ungeheure geworden sein, ja sie müsste unendlich werden, um die Circulation der Erde gänzlich einzustellen. Diese Hypothese ist aber schon aus dem Grunde nicht haltbar, weil eine Veränderung der Sonnengeschwindigkeit durch die Sterne, insbesondere durch die Präcession genau angezeigt sein würde, und eben so gut wie die Abnahme der Schiefe durch die Beobachtung bereits gefunden worden wäre.

Wir können uns hier erinnern, dass einer der besten Beobachter des vorigen Jahrhunderts, Maskelyne, aus 40jährigen Beobachtungen schloss, dass der Durchmesser der Sonne abnimmt; diese Abnahme setzte er für den erwähnten Zeitraum auf 1″5 Secunden. Die Schwierigkeit einer solchen Bestimmung ist einleuchtend, wenn wir bedenken, dass der scheinbare Durchmesser der Sonne, nahe zwischen 100 Secunden das Jahr hindurch variirt, dass in dem nebligen und nördlich situirten Albion die Sonnenscheibe nicht mit ganzer Sicherheit beobachtet wird, und dass man endlich ja gar nicht weiss, welcher der eigentliche (wahre) Durchmesser der Sonne ist? Auch hat sich später die Bemerkung Maskelyne's nicht bestätigt. Welche Schlüsse aber könnte die Theorie aus einem solchen Phänomen ziehen? Nimmt das Volum der Sonne durch Verdichtung ab oder durch einen Verlust in ihrer Masse? Zeigt die Abnahme der Dimension auf die Entfernung der

Digitized by Google

Sonne? Wird die Sonnenmasse geringer, so nimmt ihre Anziehung ab, die Centrifugalkraft gewinnt die Oberhand und die Erde nimmt von der Sonne einen ewigen Abschied. Derselbe Fall ist, wenn die Sonne sich beständig von der Erde entfernt; würde die Annahme des erwähnten Beobachters eine Realität sein, so würde die seculäre Abnahme des Sonnendurchmessers 3″75 sein, was eine seculäre Zunahme ihrer Entfernung von 87000 Meilen bedingt.

Dass die Abnahme der Schiefe in der innigsten Verbindung mit den Climaten, mit der Wärmeproduction und ihrer Vertheilung auf der Erdoberfläche ist, kann Niemandem entgehen. Je grösser die Angularentfernung (Abweichung) der Erde von der Sonne ist, desto grösser der Spielraum, in welchem die Beleuchtung vorgeht. Im gegenwärtigen Jahrhundert fallen die Sonnenstrahlen auf alle jene Erdpuncte — nach und nach im Laufe des Jahres — senkrecht, welche sich ± 23°27′ auf beiden Seiten des Aequators befinden, und zwar auf alle zwischen diesen Grenzen liegenden Puncte zweimal des Jahres. Ist nun der Angularabstand des Erdäquators von der Sonnenbahn, oder was dasselbe ist, von der Sonne selbst grösser oder kleiner, so fällt auch die Beleuchtungsgrenze weiter oder näher von ihm. Würde z. B. die Schiefe der Ecliptik 30° haben, so würden alle Erdpuncte, die in der Parallel- oder Polhöhe von 30° liegen, die Sonne jährlich in ihrem Zenith, folglich ihre Strahlen senkrecht haben; da nun diese Strahlen sich nach allen Richtungen bis 90° auf der Kugel verbreiten, so würde der Erdtheil 30° über den Pol noch für einige Momente beleuchtet sein. Das Gegentheil würde stattfinden mit einer verminderten Schiefe.

Würde nun die Ecliptik mit dem Aequator zusammenfallen, was, wie wir gesehen haben, mit der Suppression der Erdbahn gleichbedeutend ist, so würden die Sonnenstrahlen einzig und allein in der Kreislinie des Erdäquators senkrecht auffallen. Dieser Umstand zeigt uns deutlich, dass in diesem Falle die Erde einfach der Sonne in deren Bahn folgt, also ihre eigene Bahn sich mit der Sonnenbahn identificirt, ihr Aequator stets in der Bahnlinie voraus ist. Da die mittlere Temperatur auf der Erdoberfläche durch die Ein- oder Auffallswinkel der Sonnenstrahlen bestimmt ist, so wird es deutlich, dass einer Abnahme der Schiefe eine graduelle Abnahme der Temperatur jener Erdpuncte entspricht, von welchen die senkrechten Strahlen sich weiter entfernt haben. Es wird deutlich, dass zu jener Zeit, als verschiedene Thiere noch in den höheren Breitengraden lebten, die Schiefe der Ecliptik, also die Erdbahn selbst grösser war, und will man die Epoche geologisch berechnen, in welcher die sibirischen Elephanten gelebt haben, so hat man sich an die Schiefe der Ecliptik, an die Beleuchtungsgrenze zu halten.

Digitized by Google

Aus diesen Betrachtungen folgt, dass die Wärme auf Venus und Mercur schon aus dem Grunde allein grösser als auf der Erde sein müsse, weil für diese Planeten die Schiefe der Ecliptik ($+ 5^0$ und $+ 13^0$) bedeutend grösser ist. Dass die Wärme mit der Sonnennähe zunimmt, ist nicht nachweisbar, dass aber die Production des Lichtes und der Wärme unabhängig von der Entfernung auf dieselbe Art vorgeht, ist begreiflich.

[38.] Wir haben erwähnt, dass das Bild eines Planeten, welcher ohne eigene Bewegung, ohne Circulation, mit oder ohne Rotation der Sonne folgt, den Begriff der allgemeinen Gravitation enthält, und es ist eine Wahrscheinlichkeit vorhanden, dass der normale Zustand der Weltkörper — diese in ihrer immensen Majorität betrachtet — die Gravitation ist. Mit andern Worten, die grösste Zahl der Weltkörper versetzt sich im Raume in Folge der Universalanziehung, und diese allgemeine Bewegung repräsentirt eine allgemeine Schwankung (Balancement) in Folge eines allgemeinen Gleichgewichtes; die eigene kreisende Bewegung eines Himmelskörpers würde demnach als eine Ausnahme und die Folge der Impulsion einer bewegenden Kraft zu betrachten sein.

Die Beobachtung gibt bereits über diese — etwas transcendente — Frage, einige verständliche Zeichen an. Sie hat Sterne entdeckt mit eigener Kreisbewegung, die ganz verschieden sind von jenen Sternen, welche man so zu betrachten pflegt, als würden sie — wenigstens für einen bedeutenden Zeitraum — ihre zu einander bezüglichen Stellungen beibehalten. Die vorschreitende Wissenschaft wird die Himmelskörper in Classen reihen; sie wird Systeme finden mit besonderen, ihnen eigenthümlichen Bewegungen; grössere Körper, welche kleinere mit sich führen; Körper welche sich allein im Raume kreisend versetzen etc., die grösste Menge aber wird — gravitiren.

Die Sonne gehört offenbar in die Classe der Systeme, und wenn ihre eigene Bewegung als eine Ausnahme betrachtet wird, so muss man fragen, wie und durch welche Impulsion sie in Bewegung versetzt werden konnte. Wie überhaupt ein anderer Weltkörper ohne sichtbares Gefolge zu einer Eigenbewegung gekommen ist? Dass in Bezug auf diese Fragen die menschliche Intelligenz in ein absolutes Nichts verschwindet, ist an sich klar; will man sich aber dennoch an Schlüsse wagen, sich in Vermuthungen, in Meinungen üben, so widersetzt sich der Himmel dem sicherlich nicht.

Die Incandescenz der Sonne, an sich selbst schon eine gewagte Supposition, hat Stoff zu Ideen geliefert. Alle Sterne, eben so viele Sonnen, sind in einer permanenten Combustion, und die constante Wirkung der Wärme muss am Ende eine Explosion

Digitized by Google

herbeiführen. Man bildet sich nun ein, dass ein gravitirender Weltkörper durch eine Explosion sich selbst in Bewegung versetzt, und so seine Rotation und Circulation zugleich hervorbringt. Er kann sich durch eine furchtbare Eruption eines Theiles seiner Materie entledigen und Planeten erzeugen, die ihm folgend, sein System bilden; nur muss man hiebei etwas vorsichtig zu Werke gehen und darauf sehen, dass der Körper nicht ganz und gar wie eine Bombe zerplatzt, denn in diesem Falle könnte man das Haupt der Familie schwer herausfinden; man muss somit nur ein partielles Zerspringen bewerkstelligen. Diese Manier Systeme zu machen, gehört den Vulcanisten, und man sieht, dass, wenn die Position der Vulcane gut gewählt und ihre Operation richtig geleitet ist, so kann man Planeten von der Grösse Jupiters, so wie auch aus dem mit kleineren oder grösseren Lavastücken gemengten Staub oder Asche beliebige Planeten, Planetoiden, Asteroiden etc., aus dem Dampfe sogar Cometen hervorbringen; die Vulcane speien in der Regel auch Wasser, und der Ring des Saturn ist deutlich erklärt.

Jene, für welche — nach Thales — alles aus Wasser ist und wieder zu Wasser wird, heissen Neptunisten. Wo das viele Wasser hingekommen ist, in welchem die solide Materie ursprünglich aufgelöst war? ist zwar noch nicht ermittelt, man wird aber sicher noch darauf kommen, ja vielleicht gibt Neptun selbst darüber Auskunft?

Die heutigen Astronomen gehören zu dieser Wasserschule, denn sie behaupten einstimmig, dass die Erde ursprünglich im flüssigen Zustande war, sonst könnte sie kein Revolutionssphäroid sein, sie könnte keine Rotation, folglich auch keine Abplattung haben.

Buffon, der, um das Planetensystem zu haben, die Oberfläche der Sonne durch den Schweif (Besen) eines Cometen ein wenig abkehren, abstauben liess, kann somit ein Cometist genannt werden.

Laplace, der das Sonnensystem aus einer Nebelmasse sich condensiren lässt, aus welchem Nebel die Planeten sich nach und nach absetzen und losmachen, gibt sich eben so wenig wie die Andern die Mühe, analytisch zu untersuchen, wie der Nebel selbst die nöthige Impulsion erhalten hat, um in Rotation und Translation zu kommen, und wie die Planeten zu ihren verschiedenen Grössen, Geschwindigkeiten, Rotationsdauer etc. gelangt sind?

Aus diesen Bemerkungen stellt sich mit Evidenz heraus, dass der Himmel die vollkommenste Gleichheit und Freiheit aller Capacitäten anerkennt.

Digitized by Google

DIE ECLIPSEN.

Die von den Planeten im Raume beschriebenen Spiralen können kein Gegenstand der directen Beobachtung sein, sie sind nur durch ihre Projection wahrnehmbar. Obwohl central gesehen, die Planeten sich in concentrischen Kreisen zu bewegen scheinen, so erscheint die Projection ihrer, von der Erde aus beobachtbaren Bahn, als eine elliptische. Nennen wir die zwei aufeinander senkrechten Kreise der Spirale Declinations- und Rectascensionskreis, so ist dieser letztere, indem er in der Richtung der Sonnenbewegung liegt, nicht deutlich wahrnehmbar projicirt, es bleibt somit der Declinationskreis als beobachtbar übrig.

Die beiden Kreise der Erdspirale sind aber durch ihre Projectionen erkenntlich; erstens sind sie durch die scheinbare Bewegung der Sonne gegeben, wodurch wir auf die Erkenntniss derselben geführt wurden; dann sind sie durch die jährliche scheinbare Bewegung der Sterne angezeigt, wie wir dies bei den Sternenbeobachtungen näher sehen werden, endlich ist ihr Rectascensionskreis durch das grosse Phänomen der jährlichen Umwälzung des Sternhimmels wahrnehmbar dargethan.

Erinnern wir uns, dass die Planeten, so wie die Sonne sich „zwischen den Sternen versetzen, verschiedene Constellationen durchwandern, und so während des Jahres in der Richtung der Erdbewegung einen grossen Himmelskreis beschreiben.“ Nachdem nun die Planeten mit der Erde zugleich mit ihrer eigenen Geschwindigkeit um die Sonne kreisen sollen, so ist es einleuchtend, dass dieses Phänomen bei dem System von Copernik nicht stattfinden kann. Während z. B. die Erde ihren Jahreskreis um die Sonne beschreibt, kommt sie mit Mercur dreimal in Conjunction, der seine vier Kreise um die Sonne beschreibt, folglich vier ihre siderischen Revolutionen „um den ganzen Himmel“ vollendet; wie kommt es nun, fragen wir, dass Mercur während desselben Jahres noch einen grossen Himmelskreis insbesondere durchläuft? Dieser Umstand ist wohl allein hinlänglich, das System von Copernik zu vernichten, und es ist mehr als wahrscheinlich, dass Tycho auf dieses von ihm sicherlich gekannte grosse Phänomen sich stützend, sein System aufstellte. Wir haben bemerkt, dass zu keiner Epoche der Astronomie die Frage gestellt wurde, welche Erdbewegung die beobachteten Phänomene hervorbringen könne? Man hat sich nur in der Idee über Systeme bewegt und dachte, erklärt das Eine die Phänomene nicht, so muss das Andere angenommen werden. Die heutige Theorie kann gar kein Phänomen der Bewegung aus dem System von Copernik

Digitized by Google

erklären, sie bleibt aber bei diesem, weil sie eines Systemes bedarf, und die Wahl nur zwischen dreien hat.

Als unausweichliche Folge der Sonnenbewegung fallen die Planeten-Spiralen den geometrischen Betrachtungen anheim. Stellen wir uns nur die drei in einander verschlungenen Spiralen der Erde, der Venus und des Mercur vor, so zeigt sich schon eine ungeheure Complication der Bewegung, welche jedoch nicht unüberwindlich ist, wenn der Analyse durch die Beobachtungen erhaltene genaue Angaben vorliegen; ohne diese ist jede Bemühung eitel. Wir sehen aber, dass diese Complication alles das in sich enthält, was Projection, Coincidenz, alle Arten von scheinbaren Geschwindigkeiten, scheinbaren und reellen Entfernungen etc. betrifft, dass demnach ihre nähere Kenntniss die Perturbationstheorie vernichtet und uns deutlich sagt, dass die Phänomene der Bewegung nicht durch die Attraction, sondern durch die Art der Bewegung selbst sich erklären. Die practische Wissenschaft mag diesen Projectionen und Coincidenzen welch Namen immer geben, ihre Elemente wie immer bezeichnen und nennen, es ist für sie hinreichend, diese nach den Beobachtungen zu kennen, und kann sie auf diese Art gute Tafeln construiren, Vorausberechnungen machen, so kann sie auch die Kenntniss der reellen Bewegung entbehren; nicht so die erklärende Wissenschaft, diese kann sich nicht mehr an das Scheinbare, an die Projection halten, sie muss angeben können wie das Scheinbare, wie die Projection entstehen?

Durch die Erkenntniss, dass die Planeten um die Sonnenbahn kreisen, haben wir an Orientirung bedeutend gewonnen, wir sehen wie diese Körper während ihrer periodischen Circulation, abwechselnd auf die Süd-, West-, Nord- und Ostseite der Sonne zu stehen kommen. Die Neigung der Bahnen zu einander hat sich in den Unterschied der Winkel verwandelt, unter welchen sich die Planeten, von der Sonne aus gesehen, bewegen. Diese Winkel haben wir durch die Sonnenbewegung annähernd gefunden; genaue Beobachtungen werden selbe präcisiren. Die heutige Theorie sagt, würde die Bahn dieses oder jenes Weltkörpers — zwischen der Erde und der Sonne — zur Ecliptik, also zur Erdbahn nicht geneigt sein, so würde mit jeder Conjunction eine Eclipse stattfinden. Eben so können wir sagen, würden diese Körper sich mit der Erde unter demselben Winkel bewegen, so würde jede Conjunction eine Eclipse geben. Wenn demnach die rechnende Astronomie Resultate erhält, welche mit den Phänomenen übereinstimmen, was bei den Coincidenzen und Projectionen in der That der Fall ist, so liegt hierin der Beweis, dass die diese Phänomene betreffenden Beobachtungen genau, nicht aber der Beweis, dass die Ansichten, welche die Theorie über die Himmelsmechanik im Allgemeinen, und speciell über die Bewegung des Planetensystems aufgestellt hat, richtig sind.

Das lehrreichste Phänomen ist unstreitig jenes der Eclipsen, man könnte sagen, dass sie fast allein zur Kenntniss der Grössen, Entfernungen

Digitized by Google

und Bahnweiten etc. führen; aus diesem Grunde hat man zu allen Zeiten diese Erscheinung mit der grössten Aufmerksamkeit verfolgt und beobachtet. Wenn ein Astronom während einer totalen Sonnenfinsterniss die Gänse, die Enten und die Hühner beobachtet, wie diese schlafen gehen, so hat er seine Studien etwas weiter ausgedehnt.

Für die Erde kennt man bis jetzt drei eclipsirende Weltkörper: Mercur und Venus circuliren zwischen ihr und der Sonne, der Mond kommt in Lagen, welche eine Interposition andeuten. Es wird allgemein angenommen, dass diese drei Körper bei Gelegenheit einer Eclipse mit der Erde und der Sonne in einer geraden Linie liegen, welche ihre Mittelpuncte verbindet. Diese Bedingung ist nicht unerlässlich; auf die Sonnenscheibe von über einen halben Grad kann eine Menge von Linien gerichtet sein, welche von unserem Auge ausgehen; passirt ein Körper eine solche Linie, so ist eine Eclipse da, gehet er aber durch jene Linie, welche unser Auge mit dem scheinbaren Centrum der Sonnenscheibe verbindet, so ist die Eclipse central. Während der Körper unsere Sehlinie passirt, hat er für uns, — für die Erde — eine Sonneneclipse, für die Sonne eine Erdeclipse projicirt. Die Grösse der Eclipse, ihre Dauer und ihre Richtung gegen das Sonnencentrum ist somit durch die Richtung unserer Sehlinie gegeben. Es handelt sich demnach um die Zeit, in welcher die drei fraglichen Körper in diese Linie kommen; weiss man, dass die Planeten sich in derselben Richtung kreisend bewegen, und kennt man ihre Winkelgeschwindigkeit, so findet man die Periode ihrer Coincidenz mit der Erde. So z. B. ist die Differenz der Tagbogen der Venus und der Erde = 2219·475, somit ist Venus mit jedem Tag um diesen Winkel der Erde voraus, sie wird also in $360^0 : 2219''475 = 583{\cdot}922$ Tagen der Erde begegnet sein. Diese ist die Periode der Coincidenz der Venus mit der Erde, und beziehet sich auf ihre gleichnamige, auf ihre Gradstellung in ihren respectiven Curven. Die Erde hat während 583·922 Tage einen Kreis und $215^0 5$, Venus um einen Kreis mehr beschrieben.

Nach jeder Periode oder ihrem Vielfachen werden diese zwei Körper eine gleichnamige Gradstellung in ihrer Curve einnehmen. Diese kürzeste Coincidenzperiode ist eine allgemeine, und gilt für alle aufeinander bezüglichen Stellungen beider Körper; wir haben stillschweigend vorausgesetzt, dass sie vom Nullpuncte ihrer Curven ausgingen, sei aber der Winkelabstand welcher immer bei ihrem Ausgange, so bleibt dieser nach der vollendeten Periode derselbe. Sei z. B. Venus beim Beginn der Periode 30^0, 60^0, 90^0 oder 180^0 von der Erde abstehend, so wird sie nach dem Ende derselben gleichfalls um so viele Grade abstehen.

Diese Coincidenzperiode nennt die Theorie die Zeit der untern Conjunctionen der Venus: wir sehen, dass diese Benennung incorrect ist, denn die beiden Körper coincidiren mit jeder folgenden Periode in einem andern Puncte ihrer Curve, d. h. diese Coincidenz kann in allen Puncten der

Digitized by Google

Peripherie ihrer Curve stattfinden. Nach beiläufig 8 Jahren, während welcher die Erde 8, und Venus nahe 13 ihrer Kreise beschrieben haben, fällt die Coincidenz nahe wieder in den Ausgangspunct. Ueberhaupt ist das Oben und Unten keine wissenschaftliche Bezeichnung, hier, wo es sich um die Circulation, um das Durchlaufen aller Puncte der Curve handelt, gibt es kein Oben und kein Unten. Die Theorie aber sagt, Venus kann mit der Erde nicht in Opposition kommen, sondern nur in eine untere und eine obere Conjunction; wenn aber die Theorie erkennt, dass Venus in die Quadratur kommt, also 90° in ihrer Curve von der Erde abstehet, so muss sie auch erlauben, dass Venus 180° von der Erde abstehe. Was ist aber ein Abstand von 180°? Sind sie sich in ihren Curven *gegenüber*, so kann man diese Stellung nicht Conjunction nennen, wenn man ihre gleichnamige schon so genannt hat. Im Allgemeinen, sind zwei Körper mit einer Geraden verbunden, was stets der Fall ist, so sind sie zugleich in Conjunction und in Opposition; in Conjunction weil sie dieselbe Linie verbindet, in Opposition weil sie die beiden einander entgegengesetzten Endpuncte der Linie einnehmen. So ist z. B. die Sonne stets in der Gegenwart der Erde, also mit ihr in Conjunction, sie ist nebstdem beständig 180° von ihr abstehend, folglich in Opposition. Bemerken wir noch, dass nach der Theorie Venus, wenn sie 180° von der Erde abstehet, sich *hinter* der Sonne befindet, so kann schon aus diesem Grunde von einer *obern* Conjunction nicht die Rede sein. Die Theorie macht diesen futilen Unterschied zwischen Conjunction und Opposition aus der Ursache, weil die Erde sich nicht zwischen Venus und die Sonne stellt, sie bedenkt daher nicht, dass die aufeinander bezüglichen Stellungen der Planeten einzig und allein von ihrer Lage in ihren respectiven Curven abhängen.

Die kürzeste Periode der Coincidenz in der Bahn nennt die Theorie „die synodische Umlaufszeit des Planeten. Man liest z. B. in Dr. Mädler's „Buch: Als oberer Planet kann Mars nie in untere Conjunction, dagegen „aber in Opposition mit der Sonne kommen, und die Zeit von einer Oppo„sition zur andern beträgt 780 Tage. Um diese Zeit ist er rücklaufend, welches „Rücklaufen 62 bis 81 Tage währen kann; während des ganzen übrigen „Theiles seines synodischen Umlaufs ist er dagegen rechtlaufend. Wir „wissen bereits, dass die wahre siderische Umlaufszeit aus der synodischen „leicht abzuleiten ist, wenn man die Umlaufszeit der Erde um die Sonne „kennt, so verfuhr man bereits im Alterthum.“ etc.

Nach dieser Instruction hat man den diesen 780 Tagen entsprechenden Bogen des Mars von 1661″5 von dem siderischen Tagbogen der Erde von 3548″2 abzuziehen, um den wahren Tagbogen des Mars von 1886″7 zu erhalten, woraus dann die *wahre* siderische Umlaufszeit des Mars *um die Sonne*, mit 686·98 Tagen von selbst hervorgeht. Ob Mars mit der Sonne nach jedem synodischen Umlauf in der *untern* oder *obern* Conjunction ist, wird nicht gesagt, auf jeden Fall aber ist die Erde für Mars in der *untern*

Conjunction; kommen nun diese untern und obern Dinge in allen Puncten der Curve vor, so ist es natürlich, dass Mars nach jeden 780 Tagen rückgängig wird, in welchem Puncte immer seiner Bahn er sich befinden mag; eben so wird für Mars die Erde nach einer jeden *untern* Conjunction rückgängig. Dass diese zwei Planeten in der *obern* Conjunction und in der *untern* Opposition *hinter* der Sonne sind, ist dann selbstverständlich.

So hält die Theorie die Mondesrevolution für die einfache Coincidenzperiode, für ihre untere Conjunction mit der Erde, und es wird in den Büchern deutlich gesagt, dass die synodische Umlaufszeit den Mond zu seiner Conjunction mit der Sonne zurückführt. Um die wahre siderische Umlaufszeit des Mondes *um die Erde* zu finden, hat man nur zu seinem Tagbogen jenen der Erde hinzuzugeben. Dass der Mond mit der Erde nicht concentrisch um die Sonne kreiset, das scheint die Theorie zu ignoriren; dass aber durch die Erdbewegung die Revolutivperiode des Mondes nicht geändert werden kann, das weiss sie nicht.

Die Venusperiode von 8 Jahren beziehet sich somit auf den Ausgangspunct; dass die Coincidenz nach dieser Periode, oder überhaupt nach welcher immer auch grösseren Periode nicht genau in den Ausgangspunct eintreffen könne, ist an sich klar, denn die beiden Geschwindigkeiten — der Erde und der Venus — messen sich nicht.

Während 8 Jahre beschreibt Venus 13·0042 Kreise, sie ist somit bei 1°5 der Erde voraus; nach dieser Periode ist in demselben Punct der Curve keine Coincidenz mehr, bis nach Verlauf von 235 Jahren, während welcher Venus 381·9977 Kreise beschreibt, folglich nach dieser Periode von der Erde etwas zurück ist. Die eigentliche grosse Concidenzperiode ist somit von 243 Jahren mit 395·0019 Venuskreisen. Während dieser Periode concidiren aber Venus und Erde in dem entgegengesetzten, von dem Ausgangspunct 180° abstehenden Punct ihrer Curven, und zwar vom Beginn der Periode in 129·5 Jahren mit 209·5057, oder nach der Periode von 8 Jahren in 121·5 Jahren mit 197·501 Venuskreisen. Es ist selbstverständlich, dass hier sich um halbe Jahre, also um halbe Kreise handelt. In diesem Puncte findet nach 8 Jahren abermals eine Coincidenz statt; soll diese von hieraus wieder auf den Anfangspunct, also auf ganze Kreise übergehen, so ist die nächste Periode von 105·5 Jahren mit 171·4927 Venuskreisen. Wir haben somit während 243 Jahre zwei Coincidenzen im oder nahe im Nullpunct und 2 in 180°. Die nach 105·5 Jahren folgende Periode von 8 Jahren, zu jener addirt, gibt für 113·5 Jahre 184·4968 Venuskreise. Sagen wir, dass die Hälfte der Periode von 243 Jahren = 121·5 ist, so ist diese die Uebergangsperiode auf 180°. Eben so, in 4 Jahren beschreibt Venus 6·5010 Kreise, und wird somit durch die halbe Periode von 8 Jahren zur Opposition geführt.

Wir sehen, dass alle diese Coincidenzperioden noch immer auf die Gradstellung in der Bahn sich beziehen, welche wir Rectascension oder

Länge nennen können, und dass hieraus nicht hervorgehet, ob eine Eclipse, ein Venusdurchgang stattfindet oder nicht, weil die zur Sonne relative Stellung dieser zwei Planeten durch die Coincidenzen nicht gegeben ist. Sagen wir aber, dass, um eine Eclipse zu haben, Venus und Erde nur dann mit der Sonne in dieselbe Gerade fallen, wenn nebst ihrer Gradstellung auch ihre Declination — Abwendung von der Sonne — dieselbe ist; so wird dieser Bedingung zu entsprechen sein. Aus den Beobachtungen gehet es hervor, dass zwei aufeinander folgende Venusdurchgänge im Monat December, und zwar mit dem Unterschiede von zwei Tagen, zwei andre Durchgänge aber eben so im Juni vor sich gehen; während der Periode von 243 Jahren finden somit 4 Durchgänge statt. Es zeigt sich, dass im Verlauf der Zeiten die Daten dieser Durchgänge zwischen den 4. und 12. December, 5. und 11. Juni fallen.

Der erste beobachtete Venusdurchgang war 1639 den 4. December, diesem ist einer mit der 8jährigen Periode vorangegangen. In der beifolgenden Tafel haben wir die bereits stattgehabten als auch einige künftige Durchgänge angeführt; welche 4 aufeinander folgenden Eclipsen immer geben die Periode von 243 Jahren, und wir sehen, dass in einem Jahrtausend 17 Venusdurchgänge stattfinden können.

TAFEL DER VENUSDURCHGÄNGE.

Durchgangszeit	Periode		Jahre	Venuskreise
6. December 1631	+ 8·0 Jahre		—	—
4. December 1639	121·5		8·0	13·0042
5. Juni 1761	8·0	243	129·5	210·5052
3. Juni 1769	105·5		137·5	223·5096
8. December 1874	8·0		243·0	395·0019
6. December 1882	121·5		251·0	408·0061
7. Juni 2004	8·0	243	372·5	605·5071
5. Juni 2012	105·5		380·5	618·5113
10. December 2117	8·0		486·0	790·0040
8. December 2125	121·5		494·0	803·0082
11. Juni 2247	8·0		615·5	1000·5092
8. Juni 2255	105·5		623·5	1013·5134
12. December 2360	8·0	243	729·0	1185·0061
10. December 2368	121·5		737·0	1198·0103
6. Juni 2490	8·0		858·5	1395·5113
4. Juni 2498	105·5		886·5	1408·5155
8. December 2603	8·0		972·0	1580·0082
6. December 2611	121·5		980·0	1593·0124
10. Juni 2732	8·0		1101·5	1790·5134
8. Juni 2740	105·5		1109·5	1803·5176
4. December 2846	8·0		1215·0	1975·0103

Die Perioden des Mercur sind kürzer, vielfach und verschieden; seine einfache Coincidenzperiode mit der Erde ist von 105·8775 Tagen, die Vielfachen derselben oder grössere Perioden sind die Uebergänge auf 180° mitgezählt, 3·5, 7, 9·5, 10, 13, 16·5, 19·5, 20, 29·5 etc., bei welchen allen

Digitized by Google

Mercursdurchgänge stattfinden können. Diese Combinationen der Perioden, sowohl bei Venus als Mercur, lassen auf die Verschiedenheit der Coincidenzen schliessen, und bedenkt man, dass diese in allen Puncten der Curve vorkommen, und mit einiger Differenz noch Effecte hervorbringen, so muss man wohl auf die Vielfältigkeit der auf diese Art hervorgebrachten Phänomene aufmerksam werden. Die Mercursdurchgänge fallen zwischen den 4. und 12. November und den 2. und 9. Mai; sie sind somit nahe um einen Monat den Venusperioden voraus.

Der Umstand, dass Mercur und Venus in den bemerkten Zeiten und Bahnpuncten mit der Erde coincidiren, um Eclipsen zu erzeugen, hebt die Bedeutung der Winkel hervor, in welchen ihre Curven eingeschlossen sind. Würden sich diese zwei Planeten (Mercur und Venus) unter demselben Winkel bewegen, so würden sie sich gleichzeitig auf die Sonnenscheibe projiciren; wir sehen, dass dies nicht möglich ist, da die Coincidenzen der zwei Planeten mit der Erde nahe einen Monat, also bei 30° von einander abstehen. Würde ferner Venus sich mit der Erde unter demselben Winkel bewegen, so würde die Grösse ihrer Declination dieselbe sein, und die Venusdurchgänge würden nahezu in den Solstizien stattfinden.

Die einfache Coincidenzperiode zwischen Venus und Mercur ist von 144·566 Tagen; Venus sieht somit beiläufig um ein Drittel weniger Mercursdurchgänge als die Erde, und die Perioden dieser Durchgänge werden nahe um 15 bis 20 Tage später, also für Venus Ende Mai und November stattfinden. Zwischen dem 4. und 12. December ist die Declination der Erde + 22°19′ und + 23°6; die Gradstellung in ihrer Curve ist zwischen 72° und 80°; zwischen dem 3. und 11. Juni ist ihre Declination — 22°21′ und — 23°6; ihre Rectascension 252° und 260°; woraus hervorgeht, dass die Durchgänge von December und Juni genau 180° von einander abstehen. Sagt man nun, dass diese Positionen die Durchschnittspuncte der Bahnen (Knoten) sind, und gehet man nun auf die Neigungen und auf die Ebenen der Bahnen über, so muss man sagen: die Ecliptik ist zum Aequator 23°5 geneigt, und die Ebene der Erdbahn durchschneidet die Aequatorsebene in der Linie der Nachtgleichen; die Venusbahn ist zur Ecliptik 3°23′ geneigt, und ihre Ebene durchschneidet die Erdbahnebene nahe in der Linie der Solstizien etc.; man sieht, dass mit den Neigungen, Knoten, Excentricitäten, den Durchschnitten der Bahnen und ihrer Ebenen, der Mittelpunctsgleichung etc. die Explication nicht gut vorwärts geht. Der Leser kann aber fragen, welche von den beiden Conjunctionen ist die *untere* welche die *obere*, jene im December oder Juni? und die Theorie, die für Alles Rath weiss, wird sagen, beide sind *untere*, den zwischen den innern Planeten und der Erde gibt es keine Opposition; sind Venus und Erde im December *vor* der Sonne, so sind sie im Juni *hinter* der Sonne; so kommen sie rundherum *um* die Sonne, in allen Puncten ihrer Bahnen stets in die *untere* Conjunction: die *obere* Conjunction ist, wenn die zwei Planeten 180°

Digitized by Google

von einander abstehen, in welchem Falle dann der eine *vor*, der andere *hinter* der Sonne ist. Die Astronomen lehren, „das entgegengesetzte Phä„nomen in der obern Conjunction, die Bedeckung des Planeten durch die „Sonne, kann aus leicht begreiflichen Gründen kein Gegenstand unserer „Beobachtungen sein; hinter der Sonne sind die Planeten ganz beleuchtet; „Venus kann bis auf das Siebenfache der Erde näher oder ferner kommen.“ etc. Alle diese schönen Sachen fliessen direct aus dem System Copernik's, sie sind eingebildet und den beobachteten Phänomenen entgegen. Venus z. B. ist auf der Nord- und Südseite der Sonne nicht sichtbar, weil sie beide nahe zugleich auf und untergehen, nahe zugleich in den Meridian kommen; derselbe Fall ist mit dem Mond, dessen äusserste Ränder erst dann beleuchtet erscheinen, wenn er von der Sonne östlich oder westlich abstehet. Bei Beseitigung des Sonnenlichtes würde dieser Planet — z. B. in den Quadraturen — auch an der Nord- und Südseite der Sonne sichtbar werden, so wie man seine östliche und westliche Elongation sieht; die genaue Beobachtung seiner Phasen und sein Abstand von der Sonne um diese Zeit würden zur näheren Kenntniss seiner Bahnstellung führen. Es ist aber ein anderer Umstand da, um zu zeigen, wie die Theorie die Phänomene studiert?

Zur Zeit der Decemberdurchgänge sind Erde und Venus an der Nordseite der Sonne, noch in der westlichen Hälfte ihrer Curve, sie bewegen sich gegen ihre Solstizien von Nordwest gegen Nordost; im Juni hingegen sind sie auf der Südseite der Sonne, und schreiten gegen das Sommersolstiz vor, von Südost nach Südwest; die Folge dieser Bewegungen ist, dass im December Venus über die Sonnenscheibe von West nach Ost — so wie der Mond dies beständig so thut — im Juni aber von Ost nach West, also in der conträren Richtung passirt. Ueber diesen wichtigen Umstand findet man in den Büchern keine Aufklärung; in Arago's Werk allein stehet die Bemerkung, wie Mercur an den östlichen Rand der Sonne eintritt, dass aber dieser Eintritt auch an dem westlichen Rande der Sonne stattfindet, das sagt der Autor nicht; ist Mercur im Mai durch die Sonnenscheibe passirt, so ist er auf ihrem östlichen Rand eingetreten, umgekehrt wird er im November eintreten.

Es ist wohl bekannt, dass die allgemeine Richtung der Bewegung aller Planeten und Monde von West nach Ost ist, dass somit jene, welche durch die Sonnenscheibe gehen, in dieser Richtung eintreten; kommt daher auch der entgegengesetzte Fall vor, so ist dieses Phänomen gleichfalls allein hinreichend, das System Copernik's zu stürzen, denn es enthält den klaren Beweis, dass die Planeten nicht *hinter* die Sonne kommen können, indem ihre ganze Bahn *vor* der Sonne ist. Gibt es nach diesem eclatanten Argument noch Astronomen, die sich fest an das einzig mögliche System anklammern, so müssen diese wohl, um sich eines Bessern zu belehren, so lange warten, bis Jemand eine Maschine construirt, welche ihnen die Himmelsmechanik *handgreiflich* darstellt.

Digitized by Google

Bei den so seltenen Venusdurchgängen, welche ihrer langen Dauer wegen auf dem grössten Theil der Erde beobachtbar sind, könnte man zugleich die Sonnenoberfläche in Bezug auf ihre Rotationsdauer mit beobachten; es ist an sich deutlich, dass im December die grössere Beleuchtung die Südseite der Erde trifft, und umgekehrt im Juni.

Zwischen diesen Durchgängen und den Mondeseclipsen ist ein wesentlicher Unterschied. Obwohl alle Eclipsen auf dieselbe Art vorgehen, bei allen eine projicirte Dazwischenstellung statt hat, so ist doch der Umstand, dass der uns so nahe Mond durch seine Circulation allein sowohl die Erde oder die Sonne, als auch sich selbst eclipsirt, hinlänglich, um die Verschiedenheit der Effecte zu bemerken. Während z. B. Venus sich für die ganze Erde beiläufig als eine Bogenminute auf die Sonnenscheibe projicirt, also kaum den 31. Theil derselben einnimmt, bedeckt der Mond häufig die ganze Sonne und das Phänomen erscheint für einen jeden andern Erdpunct als ein verändertes.

Sagen wir, dass der Mond durch den Schattenkegel der Erde geht und so für sich selbst die Sonne verdeckt, so ist dies, als hätte sich die Erde zwischen Sonne und Mond gestellt, denn in Realität hat in diesem Falle der Mond eine Sonneneclipse durch die Erde; woraus folgt, dass Rectascension und Declination des Mondes und der Erde gleich sein müssen; soll hingegen die Erde eine Sonneneclipse durch den Mond haben, so müssen ihre Rectascension und Declination ebenfalls gleiche Werthe haben.

Ist der Mond central eclipsirt, so gehet die Axe des Schattenkegels durch seinen Mittelpunct: da diese Axe — verlängert — nothwendig durch den Mittelpunct der Erde gehet, und auch jenen der Sonne trifft, so sind in diesem Falle die Mittelpuncte der drei Weltkörper in derselben Geraden.

Die Lage und Richtung des Schattenkegels und seiner Axe hängt von der Sonnendeclination ab; geben wir der Erde ihre Bewegung zurück, so müssen wir sagen Erddeclination und Erdrectascension. In den Nachtgleichen liegt die verlängerte Kegelaxe in der Ebene des Erdäquators; neigt sich die Erde gegen Nord oder Süd von der Sonne ab, so neigt sich die Axe eben so viel vom Erdäquator gegen Süd oder Nord, in den Grenzen von $\pm$ 23°5 ab. Wir wissen, dass jeder Beobachter die Sonne momentan in seinem Zenith sieht, dessen Polhöhe gleich der Sonnendeclination ist; eine grössere Neigung kann die Kegelaxe nicht erhalten: sie ist aber nebst dieser variablen Neigung noch um diesen Winkel von 23°5 zur Sonnenbahn constant geneigt, welche immer die Lage der Erde während des Jahres in ihrer Curve ist. Durch diese constante Neigung, — welche die Theorie bis jetzt noch nicht kennen kann, — fällt der Schattenkegel stets der Sonne gegenüber, und macht somit das Jahr hindurch gleichsam eine Umdrehung auf der Erdhemisphäre. Dies mag ein Grund sein, warum die Calculs mit den Beobachtungen nicht genau stimmen.

Digitized by Google

Ist der Mond in dem Erdschatten, so ist er für die nicht beleuchtete Erdhemisphäre eclipsirt, und kein Zweifel waltet ob, dass die Erde zwischen der Sonne und dem Mond liegt, denn alle jene Beobachter, deren Polhöhe gleich der Mondesdeclination ist, sehen ihn in ihrem Zenith; es ist somit keine Projection des Mondes da; nicht so ist es bei den Sonneneclipsen, hier ist der Mond auf die Sonne, sein Schatten auf die Erde projicirt, und die Projectionen beziehen sich auf das Auge des Beobachters und nicht direct auf den Erdmittelpunct, denn auf die Sonne visiren alle Augen, die sich auf der beleuchteten Erdhemisphäre befinden. Selten projicirt sich die Eclipse auf jene Erdpuncte, deren Breite gleich der Sonnendeclination ist, in den meisten Fällen auf die entgegengesetzte Seite der Erdoberfläche; denn sonst könnte man eine centrale Eclipse nur zwischen den $\pm$ 23°5 Breitengraden sehen, was nicht der Fall ist. Dieser Umstand weiset aber dahin, dass bei einer Sonneneclipse die Mittelpuncte der drei Körper nicht nothwendigerweise in einer Geraden liegen müssen.

Die häufig vorkommenden Sonneneclipsen lassen das Studium des Phänomens im Detail zu; von der einfachen Berührung der Ränder, der Sonnen- und der Mondesscheibe an, als Minimum einer Eclipse, bis zur totalen und ringförmigen Bedeckung, zeigen sich alle möglichen Gradationen desselben, und mit einiger Aufmerksamkeit gelangt der Student bald zu dessen richtiger Auffassung. So z. B. finden im Jahre 1866 während 29·5 Tage (16., 30. März und 14. April) drei Eclipsen statt; zwischen zwei Sonneneclipsen liegt eine Mondeseclipse, und der Gang des Phänomens lässt sich Schritt für Schritt verfolgen. Die verschiedenen Lagen, in welche der Mond während einer seiner Revolutivperioden in Bezug auf die Sonne und die Erde kommt, sind ersichtlich; will man sich aber einen deutlichen Begriff über die Bewegungen machen, welche hier im Spiele sind, um das Phänomen zu erzeugen, so muss man der Sonne die Erde substituiren und besonders auf die Rotation Rücksicht nehmen. Weiss man, dass die Rectascension und die Declination der Sonne der Erde zugehören, erstere mit der Differenz von 12 Stunden oder 180°, die letztere gleich gross, aber mit conträrem Zeichen, so wird man erkennen, dass der Mond im Schattenkegel mit der Erde in einer wirklichen Conjunction mit der Sonne aber in Opposition ist, denn seine Rectascension und Declination sind gleich jenen der Erde, conträr jenen der Sonne; wo hingegen bei einer Sonneneclipse der Mond mit der Sonne in Conjunction, mit der Erde aber in Opposition kommt, denn nun sind seine Rectascension und Declination conträr jenen der Erde, gleich mit jenen der Sonne.

Frägt man, welche Elemente die practische Wissenschaft zu den Berechnungen dieser Eclipsen anwendet? so findet man die Rectascension und Declination der Sonne und des Mondes für den Tag der Eclipse, ihre stündliche Bewegung in diesen beiden Richtungen, ihre Parallaxen und ihre diesen Parallaxen entsprechenden Halbmesser, weiter nichts.

Digitized by Google

Wir sehen, dass bei diesen Calculs die Erde gar nichts zu thun hat, Sonne und Mond arrangiren die Eclipsen unter sich: der Calcul aber ist exact, er stimmt mit dem eintreffenden Phänomen genau überein; was soll, fragen wir, diese Präcision des Calculs beweisen? Dass Sonne und Mond um die fixe Erde kreisen und somit das System von Ptolomäus das einzig wahre und mögliche ist? Sollen sie im Gegentheil beweisen, dass die Sonne fix ist, und daher mit dem System von Copernik die ganze Astronomie steht und fällt? Der Calcul beweiset, dass er unabhängig von Systemen sich direct an die Beobachtungen hält; er beweiset, dass der Glaube, es gehe eine Vorherberechnung, eine Vorausbestimmung aus einem System hervor, eine Illusion des Urtheils ist.

Digitized by Google

DIE STERNBEOBACHTUNGEN

UND DIE HIMMELSSPHÄRE.

[1.] Die Stellarastronomie hat sich in einer kurzen Zeitperiode mächtig ausgedehnt. Seit der Erfindung der Fernröhre oder überhaupt der Verstärkungsmittel der Vision ist der Sternhimmel mehr beobachtet worden als in den früheren drei Jahrtausenden.

Was ein Herschel mittelst seines Riesentelescopes sah und entdeckte, hat vor ihm nie eines Sterblichen Auge erblickt; welche Wunder man durch die starken Vergrösserungen sieht, oft auch nur zu sehen glaubt, wird in den Büchern erzählt. Die früher nur Tausende der sichtbaren Himmelskörper sind Millionen geworden, sie tragen unterschiedliche Merkmale an sich und werden unter verschiedenen Categorien begriffen. Wenn demnach die Beobachtungen sich vervielfältigen, sich auf einzelne Sterne ausdehnen, so ist es klar, dass die Stellarastronomie sich in das Unendliche erweitern müsse. Haben die Telescope den Himmel gleichsam ausgedehnt, vergrössert, dem Auge die Tiefen dessen geöffnet, so haben sie zugleich auch den Tummelplatz der Imagination und der Phantasie ausgebreitet und diese säumen nicht, darin ihre gewohnten gymnastischen Uebungen im grösseren Masstabe fortzusetzen.

Die bisher gemachten Beobachtungen berechtigen noch zu keinen definitiven Schlüssen über die Configuration oder die Composition des Weltalls, und nie werden sie zu Folgerungen über die Mechanik des Himmels berechtigen. Der Mensch aber hat Eile, das Leben ist so kurz, die Unsterblichkeit so lockend und es musste auch kommen, dass jeder Beobachter oder Astronom seine eigenen Systeme und Theorien macht.

Man begegnet somit den Centralsonnen, den Centralgruppen, Partial- und Binarsystemen, sichtbaren und unsichtbaren Massen, gemeischaftlichem Schwerpuncte der Myriaden von Sonnen, vollständigen und unvollständigen Regionen etc., so wie es auf der Erde mehr oder minder bevölkerte Länder, Städte, Dörfer, Strassen, Wälder und Steppen, so wie es auch Köhlerhütten gibt, gibt es auch im Himmel sternreiche und sternarme Gegenden, Nebelflecken, Milchstrassen und — Kohlensäcke. Die Begriffe, welche man sich vom Sonnensystem gemacht hat, werden auf die Sternwelt übertragen, indem man dieses System ganz genau kennt

Digitized by Google

und weiss, dass seine Glieder den ihnen gegebenen Gesetzen folgen, so schliesst man hieraus, dass die Sternwelt gleichfalls dem System von Copernik, den Gesetzen Kepler's und Newton's unterworfen ist, die mit grosser Leichtigkeit gemachten Schlüsse werden, wie es sich gehört, mit Ziffern unterstützt und so mit Evidenz bewiesen.

Auf diesem Felde wollen wir den gelehrten Astronomen nicht folgen, welchen Werth ihre Schlüsse und Calculs haben und haben können, wird sich aus unseren Betrachtungen sowohl, als auch aus einigen näher geprüften Beispielen erweisen, wir bemerken nur, dass bei diesem Gegenstande manche Astronomen zu vergessen scheinen, dass alles das, was am Himmel sichtbar ist von der Erde aus gesehen wird und das astronomische Wissen sich in der Kenntniss der Erdbewegung resumirt.

Wir halten uns somit an jene Sternbeobachtungen, welche uns über die Erdbewegung Aufklärung geben, woraus dann der innere Werth der astronomischen Theorie von selbst hervorgeht.

[2.] Ist die Erde fix, so ist es die Sonne auch; da gibt es keine tägliche und keine jährliche Bewegung, auf der einen Hälfte der Erdkugel ist ewiger Tag, auf der anderen ewige Nacht; um den Sternhimmel zu sehen muss man auf die Nachtseite reisen, wo er sich als eine halbe Hohlkugel zeigt, derselbe Fall ist mit jedem fixen Himmelskörper. Zu der Kenntniss, dass der Himmel eine Sphäre ist, hat somit die Erdbewegung geführt.

Könnte man die ganze Himmelssphäre mit einemmale überblicken, so würde man ein Bild vor sich haben, welches verkleinert auf einem Himmelsglobus oder in einer ebenen Projection auf den Sternkarten zu sehen ist, ohne jedoch die geringste Spur von Kreisen, Linien oder Puncten oder einer geometrischen Eintheilung wahrzunehmen. Die relativen Stellungen der Sterne unter sich, durch Winkelabstände gemessen, würden die einzige Direction geben und haben die Sterne ihre eigene Bewegung, versetzen sie sich scheinbar oder reell auf der Sphäre, so wird diese Bewegung durch die relativen Stellungen allein ersichtlich sein.

Würde man durch einige leicht bemerkbare Sterne einen grossen Kreis ziehen, der die Himmelssphäre genau in zwei Hälften theilt, so hätte man die Linie, welche senkrecht auf die Kreisebene durch deren Mittelpunct geht, zur Axe der Sphäre, deren Endpuncte Pole genannt werden könnten: fügt man dem grossen Kreise noch eine unbestimmte Anzahl concentrischer Kreise hinzu, deren Ebenen somit gleichfalls senkrecht auf der nun gemeinschaftlichen Axe sind, so hat man eine Orientirung für die Sterne. Es ist aber deutlich, dass, indem man eine unendliche Menge solcher grossen Kreise auf einer Sphäre sich vorstellen kann, eine

Digitized by Google

welch immer willkürliche Eintheilung der Himmelshohlkugel für den irdischen Beobachter unbrauchbar ist, daher sind der Himmelsäquator und seine Pole durch die Erde selbst gegeben. Rectascension und Declination der Sterne sind somit die beiden Linien (Coordinaten), welche die Stellung oder Lage derselben auf der inneren Kugelfläche eben so bezeichnen, als Längen und Breiten einen Punct auf der Erdoberfläche bestimmen.

Entsprechen sich Erd- und Himmelsäquator, so wie auch ihre Pole in der einen Erdstellung, so müssen sie sich in allen möglichen Lagen der Erdkugel entsprechen, woraus folgt, dass eine jede noch so kleine Aenderung der Erdstellung im Raume — in Bezug auf ihren Aequator — die gleiche Aenderung in der Lage des Himmelsäquators nach sich zieht. Ist aber mit der Erdbewegung die Veränderung der Lage ihres Aequators verbunden, so ist die Position des Himmelsäquators eine veränderliche.

Die Rectascension der Sterne ist demnach durch die Erdrotation direct gegeben, ohne diese würde ihre genaue Bestimmung schon aus dem Grunde nicht möglich sein, weil sie ihren Ausdruck durch die Zeit erhalten. Die Rotation der Erde ist somit gleichfalls auf den Himmel übertragen, der sich auf einer Axe, durch zwei unbeweglich scheinende Puncte repräsentirt, zu drehen scheint. Der Kreisumfang von 360^0 ist der Zeit von 24 Stunden gleichgesetzt, folglich ist die Dauer einer vollen Umdrehung der Himmelssphäre diese Zeitperiode; jeder beobachtbare Stern kommt demnach alle 24 Stunden einmal in den Meridian des Beobachters. Diese Zeitquantität ist kurzweg Sternzeit oder Tag genannt worden, und wir haben gesehen, dass man ohne weitere Ueberlegung diese als die Dauer der Erdrotation angenommen hat. Als man später genöthiget war, die mittlere Zeit aufzusuchen, wollte es die Fatalität, dass man nicht gewahr wurde, wie der Unterschied zwischen den beiden Zeiten durch die Translation der Erde gegeben ist.

Sind nun Aequator und Pole, Bewegung und Zeit der Erde auf die Himmelssphäre übertragen, so ist dies gleichbedeutend mit dem Satze: „die Himmelserscheinungen sind so, wie sie von der sich bewegenden Erde aus gesehen werden.“ Die Sternorte beziehen sich nicht mehr auf eine in ihrer Configuration unveränderliche Himmelssphäre, sondern auf die Erdstellung; die relative Lage der Sterne bleibt nicht mehr dieselbe, der ganze Himmel verändert seinen Anblick; die Rectascension und die Declination sind veränderlich und die Sterncataloge gelten nicht einmal für — einen Tag.

Die practische Astronomie konnte nicht umhin, die unausweichliche Folge der Erdbewegung als Grundlage ihrer Bestim-

Digitized by Google

mungen beizubehalten, sie musste aber erkennen, dass alle Veränderungen in den Sternorten, welche mit einem gegebenen Jahr und Tag übereinstimmen, natürliche Folgen der Erdbewegung sind, d. h. sie muss bekennen, dass die scheinbare Bewegung des Himmels und seines Inhaltes Folge der wirklichen Bewegung der Erde ist.

Diesen Uebergang vom Scheinbaren auf das Reelle hat die astronomische Theorie zu keiner ihrer Epochen zu machen gesucht, da sie sich selbst der Mittel beraubte, zu einem rationellen Resultate gelangen zu können.

[3.] Hat die Erde keine andere Bewegung als ihre Rotation — nur durch diese Vorstellung ist es möglich, ihre beiden Bewegungen von einander unabhängig zu machen — so ist keine Aenderung in den Sternorten da; ihre Rectascension und Declination bleiben constant, und jeder Stern kommt zu seiner bestimmten Zeit in den Meridian des Beobachters, und zwar nach einer Uhr, deren 24 Stunden gleich sind der Dauer einer Axendrehung. Wir haben gesehen, dass diese Zeitperiode jene ist, welche man den mittleren Sonnentag genannt hat.

Geht die Translationsbewegung der Erde in der Richtung ihrer Rotation vor, und dies ist, wie wir wissen, eine Naturnothwendigkeit, so ist die Rectascension der Sterne schon geändert, alle kommen sie früher in den Meridian, welcher als Anfangspunct der Rotation den Sternen durch die Translation gleichsam entgegengeführt wird. Die tägliche Abnahme der Rectascension ist gleich dem in Zeit verwandelten Tagbogen der Erde, sie ist gleich der Differenz zwischen mittlerer und Sternzeit. Ist der Tagbogen gleich einem Grade, so ist die tägliche Abnahme der Rectascension aller Sterne gleich vier Minuten in Zeit: ist er von 15 Graden, so ist die Acceleration eine Stunde etc.

Jeder zum Sonnensystem gehörige Weltkörper beschreibt auf der Himmelssphäre während der Dauer seiner Revolution eine projicirte Curve, welche sich als aus 360^0 bestehend darstellt: ob nun diese Curve in der Realität die bekannte Gradenzahl des Kreises enthält oder nicht, so betrachtet man dennoch jede vollbrachte Revolution als das Beschreiben eines Kreises, welcher durch den Tagbogen des Körpers getheilt, die Anzahl der Tage seiner Umlaufszeit gibt. Die Rotationsdauer eines Planeten oder Mondes ist sein Tag, die Dauer seiner Revolution sein Jahr, woraus folgt, dass, so viele Tage seine Revolution zählt, so viele Rotationen hat er während seines Jahres vollendet — und umgekehrt.

So wie der Sternhimmel während der Dauer eines Sterntages sich einmal umzudrehen scheint, eben so scheint er während der

Digitized by Google

Dauer eines Jahres eine volle Umwälzung gemacht zu haben; das heisst, jeder Planet beschreibt auch ohne Rotation, in Folge seiner Circulation während seiner Periode einen Kreis, der vom Sternhimmel reproducirt ist; hieraus folgt das bekannte Phänomen, dass die Himmelssphäre während des Jahres um eine Umdrehung mehr macht, als Tage im Jahre sind; wodurch das Verhältniss der beiden astronomischen Zeiten gegeben ist. Mit dem Tagbogen von einem Grade ist die Umlaufszeit 360 Tage, mit dem Tagbogen von 15 Graden ist sie 24 Tage: im ersten Falle ist das Verhältniss der beiden Zeiten (mittlerer und Sternzeit) wie 361 zu 360, im zweiten wie 25 zu 24.

Die Theorie sagt, dass die Erde während des Jahres 366 Rotationen vollbringt, weil sie das wichtige Phänomen der graduellen Drehung der Erdsphäre nicht erkennt, ja diese gar nicht zulässt. Wir haben gesehen, wie diese — von der Rotation unabhängige Umdrehung gleichfalls eine Naturnothwendigkeit ist.

Gehen Rotation und Translation in gleicher Richtung vor, so ändert sich die Declination der Sterne nicht, die Erdaxe behält im Raume dieselbe Lage und bleibt, wie man zu sagen pflegt, „parallel zu sich selbst," hieraus folgt, dass die Veränderung der Sterndeclination nothwendigerweise die Veränderung in der Lage der Erdaxe bedingt. Da nun die Sterne jährlich, ja täglich ihre Declination ändern, und zwar auf verschiedene Weise, theils durch Zunahme, theils durch Abnahme, und man strenge genommen sagen kann, dass die quantitative Aenderung fast für jeden Stern eine andere ist, so muss die Erdaxe jene Bewegung haben, welche den beobachteten Phänomenen entspricht. Die Veränderung in Rectascension ist gleichfalls verschieden; im Allgemeinen kann man sagen, dass ihre jährliche Variation mit wenigen Ausnahmen in einer Zunahme besteht, folglich die scheinbare Bewegung der Sterne in der entgegengesetzten Richtung vorgeht mit jener, welche durch die einfache Erdbewegung täglich erzeugt ist. Hieraus geht es nun deutlich hervor, dass die Erdbewegung eine solche sein müsse, welche den Variationen der Rectascension gleichfalls entspricht.

[4.] Die Erde ist ein von der Sonne abhängiger Planet; ihre Translationsbewegung ist mit jener der Sonne vereinigt, verschmolzen, von dieser nicht trennbar. Folgt die Erde der Sonne, so ist die Richtung ihrer Bewegung *gegen* oder nach der Sonne; ändert diese ihre Richtung im Raume, so ändert die Erde ihre Lage, da ihr Aequator sich stets nach der Sonnenbewegung richtet. Würde z. B. die Sonne sich gegen den Stern richten, der den Nordpol einnimmt, so würde der Erdäquator in die Ebene der Weltaxe fallen, d. h. Weltäquator und Weltpole würden ihre

Digitized by Google

Stellen austauschen. Welche nun immer die Richtung der Sonnenbewegung ist, so ist sie zugleich die Richtung des Erd- und folglich auch des Himmelsäquators: die Versetzung des Aequators bedingt aber die Versetzung seiner Axe.

Bewegt sich die Erde nach dem System von Copernik, so können die Sternorte sich nicht verändern, ihre Variationen in Rectascension und Declination sind aber eine Thatsache, daher das Eine von beiden; entweder bewegt sich die Erde nicht nach dem System von Copernik, oder die Variationen sind unmöglich. So viel ist gewiss, dass dieses Phänomen für die Astronomen etwas ganz Unbegreifliches ist, daher sie demselben unnatürliche Ursachen zuschreiben.

Hier erscheint die astronomische Theorie in ihrer ganzen Blösse. Copernik's System ist die fixe Sonne, mit der Sonnenbewegung hört das System auf; diesen höchst einfachen Umstand bemerkt die Theorie nicht. Es ist kaum glaublich, aber dennoch wahr, dass unter jenen Männern, die seit der Zeit, als die Sonnenbewegung anerkannt wurde, mit der Astronomie sich beschäftigten und auch heute noch ernstlich die Wissenschaft betreiben, und von denen man nicht voraussetzen kann, dass sie gedankenlos fortarbeiteten und noch fortarbeiten, *nicht ein Einziger sich fand*, der die natürlichen Folgen der Sonnenbewegung aufgefasst oder auch nur reiflich überdacht hätte!

Die zwei alsogleich in die Augen fallenden Folgen dieser Bewegung sind, dass die Planeten nun eben so — wie bisher die Mondesbahnen — keine geschlossenen Curven sein, und dass diese Bahnen im Raume nicht auf demselben Fleck bleiben können. Hätte nun ein Astronom zu irgend einer Epoche nur diese beiden unausweichlichen und in die Augen springenden Folgen erkannt, so würden aus diesen die übrigen sich von selbst entwickelt haben.

Was soll es nun, fragen wir, für einen Sinn haben, zu wissen, dass die Sonne ihr System im Weltraume mit sich führt, zu berechnen, dass sie sich mit einer Geschwindigkeit von 12 Meilen per Secunde gegen die Constellation des Hercules bewegt und zugleich sagen, dass sie in Bezug auf ihr System als ruhend betrachtet werden kann und soll? Die Astronomen stellen den Satz als einen unumstösslichen auf, dass die Sonnenbewegung an dem System von Copernik nichts ändert! Um diese unbegreifliche Verirrung des Gedankens zu rechtfertigen, haben sie jene grund- und gehaltlosen Hypothesen erfunden, von welchen wir einige kennen gelernt haben, die einfachen Phänomene der Bewegungen aber auf eine unnatürliche Art erklärt; sie haben mit einem Worte eine Theorie, eine erklärende Astronomie geschaffen oder vielmehr

Digitized by Google

componirt, in welcher von einer Wissenschaft keine Spur zu finden ist. Begreift man die Sonnenbewegung und ihre Folgen nicht, so kann man die Himmelsphänomene gleichfalls nicht begreifen; hieraus aber geht hervor, dass man nämlich nicht weiss, was man eigentlich beobachtet und gleichsam dazu verurtheilt ist, in das Blaue hinein zu arbeiten.

[5.] In Folge der Erdrotation macht die Himmelssphäre eine Umdrehung während des Tages; in Folge der Translation tauchen täglich andere Sterne über dem Horizont auf, und während eines Jahres dreht sich der Sternhimmel noch einmal in derselben Richtung. Es ist die Crystallsphäre, die sich täglich und jährlich einmal um die Erde wälzt.

Hipparch entdeckt, dass die Sterne noch überdies eine kleine jährliche Bewegung haben, welche im Sinne der Erdrotation vorgeht, also conträr der täglichen und jährlichen Bewegung der Himmelssphäre. Man ist deroutirt, das Phänomen der Präcession ist unbegreiflich.

Durch seine Beobachtungen vernichtet Bradley die Fixsternwelt; alle sichtbaren Puncte des Himmels sind sich bewegende Weltkörper; an die Stelle der Fixität tritt die allgemeine Bewegung. Die Sterne haben ihre jährliche und tägliche Bewegung, welche ganz verschieden von der früher schon bekannten ist; sie scheinen — jeder für sich zu circuliren, und ihre kreisende Bewegung ist in Zeitperioden eingeschlossen. Ihre Bewegung ist complex, sie ist zugleich scheinbar und reell; sie enthält nebst den vereinten Bewegungen der Sonne und der Erde auch noch ihre eigene. Durch eine nähere Betrachtung wird man gewahr, dass jeder Stern, selbst jene, die zu einander nahe zu stehen scheinen, eine andere Bewegung zeigt: Projection und Perspective erscheinen verschieden in Folge der Versetzung des Sonnensystems im Raume, und die geographische Position des Beobachters fügt ihren Einfluss hinzu. So entsteht eine continuirliche Veränderung sowohl in der Lage als auch in der Bewegung der Sterne.

Die Immensität des Objectes und der zu machenden Studien ist augenscheinlich; die bisher gemachten Beobachtungen sind neu und verschwindend, wenn es sich um Schlüsse, um Hunderttausende von Bestimmungen handelt. Die Sternbewegung „en bloc“ zu betrachten, zu Tausenden und zu Millionen zugleich nach denselben Formeln zu reduciren, Mittelwerthe der Zahlen angeben etc., kann weder zu einem Resultate führen noch eine Lehre enthalten; konnte man in dreitausend Jahren nicht zur Kenntniss des der Erde nächsten Himmelskörpers — des Mondes — gelangen, was will man in einigen Jahren von den Sternen wissen, von deren Entfernung man nur Ideen hat, sie als unendlich be-

Digitized by Google

trachtet, und die Periode der Sonnenrevolution auf 22·5 Millionen Jahre setzt?

Die Stellarastronomie ist eben in der Geburt und schon ganz nahe daran, von der Theorie erstickt zu werden. Um den Zusammenhang ihrer heutigen Begriffe näher kennen zu lernen, haben wir eine Tafel von 147 jener Sterne zur Uebersicht zusammengestellt, welche in dem Nauticalalmanach jährlich nach hiezu gemachten Formeln schon voraus berechnet gegeben sind; die näheren Details über die jährliche Bewegung dieser Sterne findet der Leser in dem genannten Jahrbuch, und wir können annehmen, dass diese Bestimmungen für einige Jahre mit den Beobachtungen — oder der Realität — nahe übereinstimmen.

Der Natur der Projection nach kann man an den Sternen nichts anderes beobachten als ihre Rectascension und Declination; die gleichzeitigen Aenderungen nach diesen zwei Richtungen (Coordinaten), ihre abwechselnde Ab- und Zunahme deutet auf eine Doppelbewegung, welche nach zwei Richtungen zugleich vorgeht, also auf eine Circulation.

Wir haben die Zeitperiode angegeben, in welcher die eine oder die andere der Veränderungen von ihrem Minimum auf ihr Maximum übergeht, so wie auch die Grösse dieser Veränderung. Nennt man diese zwei Maxima der Variation Axen der von den Sternen beschriebenen Figuren, so zeigt sich das Verhältniss derselben — jene der Declination als Einheit genommen — in der betreffenden Columne. Zur leichteren Uebersicht haben wir die Rectascension in Bogensecunden gegeben. Die letzten zwei Columnen enthalten jene Zahlen, welche man die jährliche Variation nennt, die aber eigentlich den Jahresüberschuss der Veränderungen, also die Ueberträge auf das nächstkommende Jahr vorstellen; dass diese auch wieder Veränderungen unterworfen sind, liegt in der Natur der Dinge.

[6.] Es ist zu bemerken, dass die Reductionsformeln, durch welche die Sternorte für eine gegebene Zeit — vor- oder rückwärts — berechnet werden, die Aberration und Nutation als Argumente enthalten. Sollte man aus diesem Umstande schliessen, dass die beiden Phänomene wirklich existiren? Ganz und gar nicht; da es sich nur um Zahlen handelt, so ist es gleichviel, ob man diese von der Evection, von der Libration entlehnt, oder aus der Attraction irgend eines Körpers oder einer unbekannten Masse ableitet. Dass man eine Menge von Formeln componiren kann, die dasselbe Resultat liefern, liegt in der Natur des Calculs; für uns ist es wichtig, wie Theorie und Praxis übereinstimmend erkennen, dass die Präcession, die Aberration und die Nutation in der Sternbewegung enthalten sind, welche Bewegung man mit

Digitized by Google

Hilfe der Formeln nach Belieben decomponiren und wieder recomponiren kann: hat man nämlich die Variationen der Sterne von den drei Phänomenen befreit, so erhält man ihre eigene Bewegung etc.

Nach den theoretischen *Bestimmungen* kann man von der Sternbewegung folgende *deutliche* und *leichte* Erklärung geben.

1. Aus dem Rückwärtsgehen der Erdrotation, welche dadurch bewerkstelligt wird, dass man Sonne, Mond und Planeten so lange mit ihren verschiedenen Separatattractionen auf den Erdäquatorwulst einwirken lässt, bis der ganze Himmel in Bewegung geräth, und die Sterne sich nach allen Richtungen versetzen.

2. Aus einer optischen Täuschung. Während die Erde sich in ihrer festen Bahn bewegt und eine ihrer Revolutionen vollendet, beschreiben nicht die Sterne sondern ihr Licht, Kreise, Ellipsen und gerade Linien, welche alle dieselbe grosse Axe haben. Die unzähligen Lichter des Himmels, welche die Erdbahn von allen Seiten umgeben, begleiten die Erde in ihrem Laufe und zwar mit ihrer gewohnten Geschwindigkeit, sie verirren sich aber auf dem Weg und bleiben stets 90^0 in ihrer — geradlinigen Bahn — zurück.

3. Aus der Schwankung der Erdaxe. Diese wird wie es Jedermann weiss, durch die Mondesanziehung auf den bewussten Wulst, ganz allein hervorgebracht, und hängt von den Mondesknoten ab.

Wenn es sich nun klar herausstellt, dass diese drei Phänomene Folgen der Erdbewegung sind, dass sie vereinigt die Sternbewegung ausmachen, so folgt es von selbst, dass die Sternbewegung der Effect der Erdbewegung ist. Hat nun die Theorie aus einem und demselben Phänomen drei von einander unabhängige gemacht, so liegt hierin der Beweis, dass sie in die Geheimnisse des Himmels — sehr tief eingedrungen ist.

Wir haben diese drei grossen astronomischen Theorien einigermassen bereits kennen gelernt, da sie aber bestimmt sind, für immerwährende Zeiten als Glanzpuncte der erklärenden Wissenschaft aufrecht zu bleiben, d. h. ewig zu leben, um in den Büchern und Schulen — gleichfalls ewig — als unbezweifelbare, unwiderlegbare, unumstössliche etc. Wahrheiten gelehrt zu werden, so müssen wir sie wohl von allen Seiten recht gut anschauen, wozu uns die Sternbewegung Gelegenheit bietet. Haben wir diese drei mächtigen Theorien endlich kennen gelernt, den Leser in den Stand gesetzt über selbe seine Ideen zu formuliren, so haben wir dadurch Niemanden der Freiheit beraubt, nach seinem Belieben die Imagination der Vernunft vorzuziehen.

Digitized by Google

DIE PRÄCESSION.

[7.] Kann mit der Sonne nichts gemein haben, denn ihre Theorie war schon fertig, bevor die Sonnenbewegung sich manifestirte; ein Beweis dass die Theorie mehr fix als die Sonne selbst ist. Copernik hat angegeben, auf welche Weise die Präcession vorgeht, Newton hat entschieden, warum sie so vorgeht und d'Alembert hat dies auf das schärfste bewiesen.

Die Nachtgleichen rücken vor; die Durchschnittspuncte der beiden grossen Himmelskreise — des Aequators und der Ecliptik — die Erdknoten rücken zurück; die Folge des Vor- und Zurückrückens ist, dass die Sterne jährlich um den Bogen von 50″239 vorwärts gehen, daher jedes folgende Jahr um 3″349 Zeit später in den Meridian kommen.

Indem der Erdknoten eine rückwärtige Rundreise um die Ecliptik macht, welche Reise bei 26000 Jahre dauert, so ist es klar, dass es der Himmelsäquator ist, der auf der Ecliptik sich während dieser Zeit rundherum verschiebt; da nun die Schiefe der Ecliptik 23° 27′ ist, so ist es auch evident, dass der Pol des Himmelsäquators um den Pol der Erdbahn einen Kreis in 26000 Jahren beschreibt, dessen Durchmesser gleich der doppelten Schiefe ist.

Alles dieses kann keine Imagination sein, denn der Frühlingspunct hat sich schon seit Hipparch nahe um 30° verrückt, und der Widder hat sich in Fische verwandelt; der Polarstern nähert sich seit ein paar Jahrtausenden beständig dem Weltpole etc.

Stellt man sich zwei Reife von beiläufig gleicher Grösse vor, die in einander gelegt bei einer Neigung von 23° 27′ sich in zwei gegenüber liegenden Puncten durchschneiden, so kann der eine Reif um den andern in dieser Stellung so versetzt werden, dass die Durchschnittspuncte die runde Tour machen. Die Ecliptik aber, sei sie nun die Sonnen- oder die Erdbahn, ist im Vergleich zu dem Himmelsäquator ein verschwindender Punct, somit muss man sich vorstellen, dass die Erdbahn im Mittelpuncte der sichtbaren Welt festsitzt, und um sie herum die ganze Welt in 26000 Jahren sich einmal herumdreht. Dies ist nun abermals das System des Ptolomäus in einer andern Fassung, der fixen Erde ist ihre fixe Bahnebene substituirt.

Die Beobachtung hat constatirt, dass die Sonne sich im Frühjahre in dem Durchschnittspuncte der beiden Kreise, in dem Erdknoten befindet, und es hat sich herausgestellt, dass die Sonne sich angewöhnt hat, mit jedem Jahresende oder Anfange, dieselbe Position einzunehmen. Aus diesem Factum folgt, dass nicht der

Digitized by Google

Himmelsäquator, sondern die Sonne selbst, sich in der Ecliptik rückwärts versetzt, um in 26000 Jahren einen ganzen Kreis zu beschreiben. Die Ecliptik ist somit entschieden die Sonnenbahn, und will die Erde sich dieselbe zueignen, so muss sie die Sonne daraus verdrängen. Zu sagen, dass die Erde jährlich einmal, die Sonne aber nur in 26000 Jahren die Ecliptik durchläuft, die beiden Bewegungen aber in conträrer Richtung vorgehen, würde einiges Bedenken erregen, denn in diesem Falle würde die Erde sich alle Jahre einmal in die Sonne stürzen; man kann aber Sonne und Erde in der Ecliptik belassen, wenn man auf den Einfall geräth, dass die Erde der Sonne überall nachfolgt; hiedurch kann man zugleich begreifen, dass die Erdaxe oder ihr Pol einen Kreis in 26000 Jahren auf dem Himmel beschreibt, dessen Durchmesser bei 47° ist; d. h. dass die Erdaxe während dieser Zeit das vollbringt, was sie in einem Jahre nicht bewerkstelligen kann; dies aber deutet dahin, dass der Erdäquator sich nach dem Sonnenlauf richtet.

Die Beobachtung constatirt ferner, dass im Frühjahre die Sonne im Aequator ist, und wie die Bücher sagen, Tag und Nacht auf der ganzen Erde gleich macht; indem dies die Sonne jährlich wiederholt, so ist es evident, dass sie sich nicht in der Ecliptik, sondern im Aequator versetzt, und hieraus wird es verständlich, dass, „wo die Sonne, dort auch der Aequator ist."

Scheint es nicht dass die Theorie sich ein wenig verirrt hat? Die Präcession ist allgemein sagt sie, sie afficirt alle Sterne gleich, alle kommen jährlich um dieselbe Zeit später in den Meridian und die Zunahme ihrer Rectascension ist in Bogen 50″ 239. So steht es in allen Büchern. Werfen wir einen Blick auf die Columne, welche die Variation oder den Uebertrag derselben auf das folgende Jahr enthält, so finden wir kaum zwei Sterne, welchen dieselbe Zahl entspricht, finden aber eine decidirte Verschiedenheit, woraus folgt, dass die Sterne sich ungleich versetzen. Dies wird begreiflich, wenn man bedenkt, dass die Sternbewegung eine perspectivische Projection ist, die sich je nach der Lage der Erde im Raume verändert.

„In Folge des Kreises, welchen die Weltpole um die Pole der „Ecliptik in 26000 Jahren beschreiben, nähern sich gewisse Sterne „den Polen, andere entfernen sich; der gegenwärtige Polarstern „wird sich noch 300 Jahre lang dem Pole fortwährend nähern, „dann aber nach abermaligen 1000 Jahren wieder entfernen; ihm „folgen der Reihe nach als Polarsterne γ Cephei, β und α Cephei, „α Lyrae nach 12000 Jahren, γ Herculis, α Draconis, $\varkappa$ Draconis „und endlich nach Vollendung des Cyclus wieder der jetzige Po„larstern. So steht es in allen Büchern.

Digitized by Google

Lässt man in Bezug auf den Pol sich die Sterne bewegen, so betrachtet man den Pol als fix und verliert die Orientirung; in diesem Falle nämlich beschreibt dieser Pol keinen Kreis mehr um den Pol der Ecliptik, sondern der Sternhimmel dreht sich um die Weltpole, auf dem Pol der Ecliptik; nähern sich die Sterne dem Pol oder entfernen sie sich von demselben, so muss dieser sich nothwendigerweise auf dem Himmel versetzen.

So wie die Rectascensionen vom Nullpuncte des Aequators an gezählt werden, so bestimmt die Lage seines Poles die Declinationen; nachdem nun die Sterne an beiden eine beständige Aenderung erleiden, so folgt, dass sowohl der Nullpunct des Aequators als auch sein Pol eine Doppelbewegung haben, sich gleichzeitig nach zwei Richtungen versetzen.

Das Phänomen der Präcession stellt sich als Folge der Sonnenbewegung deutlich dar, und wir haben bereits bemerkt, dass, indem der Weltäquator und Weltpol die Reproduction des Erdäquators und des Erdpoles sind, so hängen sie von der Erdstellung im Raume ab, und haben mit der eingebildeten Ecliptik nichts gemein. Kennt man die Topographie des Sternhimmels, die Configuration der Sterngruppen, kennt man die Lage des Aequators und seiner Pole, so zeigt sich die perspectivische Ansicht des Firmaments für eine gegebene Zeit.

Die Schlüsse, welche man bisher aus der allgemeinen Bewegung gemacht hat, sind verfrüht, die bisher gemachten Studien unzulänglich, um Theorien aufzustellen. Die jährlichen Variationen der Sterne in Bezug auf ihre beiden Coordinaten sind verschieden, und die Zahlen, welche man aus ihnen ableitet, so wie z. B. die Zeitperioden, können nicht als maassgebend betrachtet werden. Versetzt sich der Nullpunct des Aequators jährlich um 50″239, ändert sich die Rectascension eines Sternes jährlich um 3″34, so ist in der Voraussetzung einer Circulation die Periode 25797 Jahre; stellt man sich vor, dass α Lyrae, dessen jährliche Variation 2″0304 ist, gleichfalls einen Kreis beschreibt, so ist seine Periode 42500 Jahre, und jene des β Draconis mit der jährlichen Variation von 1″3505 nicht weniger als 63970 Jahre, wo hingegen σ Octantis, (Nr. 109) dessen jährliche Veränderung 109″742 ist, seine Periode schon in 787 Jahren vollendet. Es sind aber auch Sterne da, wie die Nr. 89, 94, 102, 122 und der kleine Polarstern, deren Rectascension anstatt zuzunehmen, abnimmt.

Soll α Lyrae, dessen Declination gegenwärtig 38° 39′ 6 ist, nach 12000 Jahren Polarstern werden, so hat seine Declination mit 51° 20′ 4 zuzunehmen, eine Supposition, welche schon die Grenze des Kreises von 47° Durchmesser überschreitet, und nach welcher α Lyrae seine Declination jährlich mit + 15″4 zu ändern

Digitized by Google

hätte, was weder mit den übrigen Zahlenverhältnissen übereinstimmt, noch nach der Natur der Sache stattfinden kann.

DIE ABERRATION.

[8.] Die Chronik sagt, dass Bradley seine Beobachtungen der Sterne in der Absicht begonnen hat, um die Parallaxe derselben zu finden. Als er die jährliche Bewegung der Sterne entdeckt hat, wusste er nicht wie dieses Phänomen zu erklären ist? Die ungeheure Entfernung der Sterne kann nur eine sehr geringe Winkelversetzung zulassen, und die Winkel welche er fand, sind sehr gross. Die Sterne scheinen jährlich verschiedene Ellipsen etc. zu beschreiben, sie scheinen mit Ende des Jahres auf denselben Punct zurückzukehren, von welchem sie mit Anfang dessen ausgingen. Bradley schwankte, ist dies die Projection der Erdbahn, oder ist sie es nicht? Reproduciren die Sterne die Erdbewegung, so muss ihre Lage in der von ihnen scheinbar beschriebenen Curve, der Erdstellung in ihrer Bahn entsprechen, sie müssen zu denselben Jahreszeiten, übereinstimmend mit der Erde, sich in ihrer Curve bewegen etc.

Wir haben bereits gesehen, welchen Schluss Bradley aus der Bewegung des Sternes γ Draconis zog; bemerkenswerth ist es, wie der Zufall oft über das Geschick einer Theorie entscheidet. Hätte Bradley sich mehr Zeit gelassen, mit grösserer Aufmerksamkeit verschiedene Sterne mit einander verglichen, so würde er — wenn auch nicht ganz im Klaren — doch in seinen Schlüssen vorsichtiger gewesen sein. Das Alter des Menschen, besonders die Periode seiner vollen Thätigkeit, ist viel zu gering, und Bradley hatte keine ihm ebenbürtige Beobachter zu Mitarbeitern.

Die Sterne reproduciren die Erdbewegung in ihren zwei Hauptrichtungen von West nach Ost und von Nord zu Süd, und zwar so wie die Sonne, umgekehrt. Diese zwei Hauptrichtungen liegen wie wir gesehen haben, die eine in der Axe der Nachtgleichen, die andere in der der Solstizien, also beiläufig in der Ebene des Aequators und in jener der Weltaxe. Es ist selbstverständlich, dass die Projection der Erdspirale nach jeder Richtung eine andere ist, d. h. sie stellt sich für die am Firmament verschieden situirten Sterne in einer veränderten Gestalt vor. Die jährlichen Variationen der Sterne in Rectascension und Declination bestehen in einer Zu- und Abnahme; während des einen Theiles des Jahres ist eine continuirliche Zunahme, während des andern eine eben solche Abnahme da. In der Regel gibt es somit zwei Jahresperioden der Variationen, welche Perioden je nach der Po-

Digitized by Google

sition des Sternes, mehr oder weniger von einander an Dauer verschieden sind, d. h. nur in wenigen Fällen ist die Dauer der beiden Perioden dieselbe. Der Anfang einer Periode — im Minimum der Variation — ist für die verschieden situirten Sterne gleichfalls verschieden.

Indem die Rectascension in der Linie der Nachtgleichen, die Declination aber in jener der Solstizien vorgeht, so würden jene Sterne die jährliche Erdbewegung getreu wieder geben, deren Rectascension vom Minimum auf das Maximum zwischen den 22. März und 23. September übergeht, die Grenzen ihrer Declination aber zwischen 23. December und 21. Juni — oder umgekehrt — liegen.

Bradley beobachtete vorerst die Zenithdistanzen, daher handelt es sich insbesondere um die Variation seiner Sterne in der Declination. Nennen wir die Grenze der südlichen Sonnendeclination das Minimum, so ist ihre Periode wie wir wissen, zwischen dem 23. December und 21. Juni, um das Maximum der jährlichen Veränderung anzudeuten. Die Periode des Sternes γ Draconis, auf welche Bradley seine Schlüsse vorzugsweise stützt, ist zwischen dem 22. März und 23. September, also mit drei Monaten im Rückstand; aus diesem Umstande folgerte Bradley, dass „alle Sterne" um dieselbe Zeit im Rückstand sind.

Ein Blick in die Columne der Declinationsperioden genügt, um sich zu überzeugen, dass die Rückstände sehr verschieden sind und je nach der Lage der Sterne von einigen Tagen an bis auf 6 Monate anwachsen. Dies ist nun eine natürliche Folge der perspectivischen Projection; die Erdbahn projicirt sich nämlich auf einen jeden andern Punct der Himmelssphäre auf eine andere Art.

In der Tafel sowohl als auch in dem genannten Jahrbuch fängt die Bewegung der Sterne mit dem Jahresanfang an; dies ist ein von den Astronomen angenommener Gebrauch, die Sternorte in den Catalogen für den 1. Jänner anzugeben; die Sonnenbewegung aber fängt nach den Ephemeriden mit dem Frühling an; um genaue Vergleiche zu machen, hat man somit die Sternorte für zwei auf einander folgende Jahre zu betrachten; aber schon aus einer Jahrestabelle kann man annähernd ersehen, dass z. B. die Sterne Nr. 70, 71, 73, 78, 82, 86, 97, 104, 116, 121, 134, 138 etc. sich übereinstimmend mit der Sonne bewegen und somit nicht im Rückstand sind. Hätte sich nun Bradley überzeugt, dass eigentlich nicht zwei Sterne ganz gleich in demselben Rückstande sind, dass ihre Bewegung nicht genau mit jener der Sonne coincidirt, so hätte er zu dem Gedanken nicht kommen können, dass die Ursache des Rückstandes das Licht ist, sondern er hätte einfach erkennen und aussprechen müssen, dass die jährliche Bewegung der Erde von den Sternen verschiedentlich angezeigt ist.

Digitized by Google

Die Grundlage der Aberrationstheorie ist somit falsch.

Dass die Figur der Erdbahn sich auf das Firmament projicirt, ist erkannt, und es wird gesagt, dass die Sterne, die an den Polen der Ecliptik oder nahe diesen Polen sich befinden, Kreise, jene die sich mehr und mehr von diesen Polen entfernen um sich der Ecliptikebene zu nähern, stets mehr verlängerte Ellipsen, und endlich jene, die sich in der Ebene der Ecliptik selbst befinden, gerade Linien beschreiben, dass die grosse Axe aller dieser Figuren gleich ist, oder mit andern Worten, dass die „Aberrationsaxe für alle Sterne dieselbe ist." Ferner wird in den Büchern gesagt, dass dies ein Factum ist, und von mehreren Astronomen wiederholt beobachtet wurde, dass Bessel selbst von dessen Existenz sich persönlich überzeugt hat!

Geht nun dieses Phänomen aus den Beobachtungen als eine Thatsache klar hervor, so liegt darin der evidente Beweis, dass die Erde sich in der Ecliptik bewegt, und folglich das System von Copernik eine unumstössliche Wahrheit ist; in diesem Falle aber ist es überflüssig, die Parallaxe der Fixsterne aus dem Grunde zu suchen, um dadurch die Richtigkeit des Systems noch mehr zu beweisen.

Vor Allem frägt es sich, durch welche von beiden Coordinaten die gleiche grosse Axe der Figuren repräsentirt ist, durch die Rectascension oder durch die Declination? Aus Bradley's Bestimmung ist es deutlich, dass sie durch die letztere vorgestellt sein soll, indem das Maximum der jährlichen Variation des γ Draconis in Rectascension 73″2, in Declination aber nur 39″9 ist; diese letztere Zahl soll — nach genauer numerischer Bestimmung — die grosse allgemeine Aberrationsaxe von 40″89 für „alle Sterne" geben.

Hier zeigt sich alsogleich ein Widerspruch als Vorläufer jener totalen Verwirrung, in welche die Theorie durch die Aberration gerathen ist.

Ueberblickt man in der Tafel die Maxima der Variationen, so sieht man nur „Verschiedenheit" der grossen Axen, nirgends aber entdeckt man die Spur einer Gleichheit derselben für alle Sterne. Beschreiben die am Pole der Ecliptik sich befindenden Sterne Kreise, so sind die beiden Axen einander gleich; γ Draconis ist von diesem eingebildeten Pole, dessen Declination $= 66^0 33'$ ist, schon $15^0 3'$ entfernt, folglich beschreibt er eine Ellipse, deren beide Axen sich wie 1 zu 1·82 verhalten. Welche Axe hat sich nun durch die Perspective verkürzt? Offenbar jene der Declination, woraus alsogleich folgt, dass die Declinationsaxe des γ Draconis die constante Aberrationsaxe nicht vorstellen kann.

Digitized by Google

Würden in der Tafel Sterne enthalten sein, deren Declination $\pm$ 66° 33′ und deren Rectascension 18 oder 6 Uhr ist, so müssten diese Kreise beschreiben, ihre beiden Axen müssten sich gleich sein. Es ist selbstverständlich, dass die diametral einander gegenüberliegenden Sterne, dieselbe Projection — aber umgekehrt — geben. Die Tafel enthält zu wenig Sternorte, um für alle Fälle Beispiele zu liefern; ein dem Pol der Ecliptik, beiläufig um einen Grad mehr als γ Draconis sich nähernder Stern ist β Draconis (Nr. 105); seine Declinationsaxe soll sich somit vergrössern, die von ihm beschriebene Figur soll sich dem Kreise mehr nähern; es findet das Gegentheil statt, seine Variation in Rectascension ist 72″·9 und in Declination 24″·5, woraus das Verhältniss der beiden Axen mit 1 zu 2·9 hervorgeht. Diesem Stern entspricht nahezu der Stern α Argus (Nr. 37), dessen Rectascensionsaxe 76″·6 und jene der Declination 38″·1 ist, also ein Verhältniss derselben von 1 zu 2 gibt, was sich mehr jenem des γ als β Draconis nähert. Die beiden Sterne Nr. 98 und 99 stehen dem Pole der Ecliptik etwas näher, des ersteren beide Axen sind wie 1 zu 2·08, des letzteren wie 1 zu 4·21; ihre Rectascension nimmt zu, ihre Declination nimmt ab, mit der Annäherung zum Pol.

Soll nun gegen die Ecliptikebene die Declinationsaxe stets abnehmen, so muss sich die grosse Aberrationsaxe stets vermindern, bis sie in jener Ebene selbst Null wird. Für alle jene Sterne nämlich, welche sich in dieser Ebene befinden, gibt es keine Variation in Declination mehr, und die grosse Axe ist durch die Rectascension repräsentirt. Welche sind aber jene Sterne, die sich in der Ecliptikebene befinden?

Stellen wir uns eine ganz kleine Ecliptik inmitten des Raumes vor, welchen die sichtbare Himmelssphäre einschliesst, um diesen kleinen Kreis herum die grosse Himmelsecliptik, so werden alle Sterne die in diesem liegen, zugleich in der Ebene der kleinen Ecliptik sein. Es ist klar, dass bei der Neigung der Ecliptik zum Aequator, diese Sterne von den Durchschnittspuncten (Nachtgleichen) an, alle Declinationen von 0 und $\pm$ 23° 27′ haben, und dass ihre Rectascension vom Frühlingspuncte an gezählt ist. Die Lage dieser Sterne ist somit durch die ihnen entsprechende Lage der Sonne gegeben. Die Grenzen aller dieser Sternorte sind demnach für die Rectascension von 0 bis 24 Uhr, für die Declination plus oder minus 23° 27′, von welchen die ersteren um 6, die letzteren um 18 Uhr stattfinden. Sind nun in der Tafel Sterne enthalten, welche diesen Bedingungen entsprechen, so müssen sie gerade Linien beschreiben, d. h. sie können während des Jahres keine Variation in Declination haben, keine zwei Axen, sondern

Digitized by Google

nur eine Aenderung in Rectascension allein, sie müssen alle die gleich grosse Axe von 40″89 haben.

Am nächsten stehen diesen Positionen folgende Sterne:

Nr. 18	Rectascensionsaxe	66″9	Declinationsaxe	23″9
20	„	71″4	„	13″0
26	„	63″1	„	30″8
36	„	73″0	„	2″8
43	„	70″2	„	8″8
48	„	60″1	„	24″1.

Man sieht, dass die Veränderung dieser Sterne an Declination geringer ist, die grosse Aberrationsaxe von 40″89 ist aber eben so wenig zu finden als eine gerade Linie.

Die Sterne Nr. 62, 72 und 75 stehen der Ecliptik nahe, und ihr Axenverhältniss ist der Reihe nach 2·42, 2·22 und 2·29. Merkwürdig aber sind die Sterne Nr. 76 und 80, indem diese beinahe Kreise beschreiben, ihr Axenverhältniss ist 0·94 und 1·15, sie stehen aber vom Pol der Ecliptik weit ab. Man findet somit die grösstmöglichste Verschiedenheit in der Projection, entdeckt aber keine geraden Linien, und diese Projectionen sind ganz andere als die Theorie sie aufstellt. Dieser Umstand macht uns darauf aufmerksam, wie schwierig es ist, die eigene Bewegung eines Sternes herauszufinden, denn die erste unerlässliche Bedingung ist die genaue Kenntniss der Projection selbst; ist aber die Figur der Erdbahn, so wie ihre Lage im Raume nicht bekannt, so ist jene Kenntniss unmöglich.

Die Reproduction der Erdbewegung durch die Sterne ist übrigens in allen ihren Details wahrnehmbar. So z. B. zeigen sie die variablen Winkelgeschwindigkeiten der Sonne sowohl in Declination als in Rectascension, sie zeigen die Variationen des Mittags an; so wie die Sonne in den Nachtgleichen die grösste Geschwindigkeit in der Declination, in den Solstizien die grösste in Rectascension zeigt, so zeigen die Sterne ihre stärkste Winkelversetzung in beiden Coordinaten eben in der Mitte ihrer Periode, in der Mitte zwischen Minimum und Maximum der Variation; es kann somit kein Zweifel obwalten, dass die jährliche Sternbewegung die Projection der Erdbewegung enthält; es wird aber zugleich klar, dass die Supposition Bradley's in Bezug auf die Gleichheit der Axen unstatthaft ist.

Durch ein vergleichendes Studium der Phänomene der Bewegung erkennt man den Zusammenhang und die Gleichartigkeit der Erscheinungen, und ist nicht mehr ausgesetzt, sich aus der Luft gegriffene Phänomene einbilden zu müssen. So sehen wir z. B. eine Solidarität zwischen den Bewegungen der Sonne, der Sterne und des Mondes; Zu- und Abnahme der Winkelgeschwindigkeit

Digitized by Google

in wiederkehrenden Perioden, in bestimmten Gradationen; Maximum und Minimum der Geschwindigkeit, stufenweise Ab- und Zunahme derselben; vergleicht man z. B. die scheinbare Sonnenbewegung in Declination mit der Mondesbewegung, so werden die Nachtgleichenpuncte der Sonne mit den Quadraturen des Mondes analog, beider Geschwindigkeit ist im Maximum, und jene der Sonne wird eben so gut Evection genannt werden können, so wie ihre Geschwindigkeit in den Octanten „Variation" heissen kann, welche „nicht halb so gross als die Evection" ist. Sonne und Sterne zeigen demnach dieselben zahllosen Ungleichheiten, welche dann die Theorie als durch die Attraction verursachten Störungen zu erklären hat.

Eine andere Voraussetzung der Aberrationstheorie ist, dass die Sterne geschlossene Curven beschreiben und mit dem Ende des Jahres auf denselben Punct des Firmamentes zurückkehren, von welchem sie im Anfange ausgingen. Dass auch diese Supposition falsch ist, wird durch den Uebertrag der Variationen auf das folgende Jahr direct bewiesen; aus diesen Ueberschüssen folgt aber von selbst, dass die Sterne früher, noch *vor* dem Ablauf des Jahres schon jene Position scheinbar einnehmen, welche sie im Anfang desselben hatten. Uebrigens hat sich Bradley von dieser Thatsache durch seine fortgesetzten Beobachtungen überzeugt und auf die übertragenen Variationen seine Theorie der Nutation gegründet.

Wie nun Bessel die grossen gleichen Axen aller Sterne und ihre geschlossenen Curven fand, und sich von deren Richtigkeit überzeugt hat, das ist — ein Privatgeheimniss.

Verzeichnet man die Positionen irgend eines Sternes während mehrerer auf einander folgender Jahre, so findet man die Projection einer sich fortsetzenden Spirale, man findet Schlingungen, welche mancher gelehrte Astronom für Cycloiden halten könnte; es kann somit weder von geschlossenen Curven, noch von einer Rückkehr zu einer schon früher eingenommenen Stellung die Rede sein.

Alle diese falschen Suppositionen entspringen aus derselben Quelle. Hat man sich eingebildet, dass die Erde sich in der Ecliptik bewegt und eine geschlossene Curve, eine ebene Figur beschreibt, so müssen die Projectionen derselben gleichfalls geschlossene Curven sein; kehrt die Erde zu demselben Punct ihrer Bahn zurück, so müssen auch die Sterne dasselbe thun etc. Wenn nun durch die Beobachtung sich klar herausstellt, dass die Sterne keine geschlossenen Figuren beschreiben und in ihre frühere Stellung nicht zurückkehren, folgt hieraus nicht unmittelbar, dass die Erde weder in der Ecliptik sich bewegt, noch eine geschlossene Figur

Digitized

beschreibt? In der That ist nichts mehr geeignet, den eclatanten Beweis zu liefern, dass das System von Copernik eine Unmöglichkeit ist, als diese Sternbewegung. Die Thatsachen, welche die Sternbeobachtungen aufgedeckt haben, können den heutigen Astronomen doch unmöglich entgehen, und daher können wir fragen, warum sie aus diesen deutlichen Phänomenen der Bewegung keine Schlüsse ziehen? Immer aus derselben Ursache; soll das System von Copernik eine Wahrheit sein und bleiben, so müssen die Thatsachen zu Lügen werden!

Wir sehen aus diesen Bemerkungen, dass die Theorie der Aberration nicht eine einzige Thatsache enthält, sondern aus einer Sammlung von eingebildeten Hypothesen zusammengesetzt ist, von welchen wir einige hier nochmals aufzählen.

1. Alle Sterne sind in ihrer jährlichen Bewegung mit drei Monaten im Rückstande.

2. Die Aberrationsaxe ist für alle Sterne dieselbe.

3. Die Sterne am Pole der Ecliptik beschreiben Kreise, zwischen den Polen und der Ecliptik Ellipsen, in der Ebene der Ecliptik selbst gerade Linien.

4. Die beschriebenen Kreise und Ellipsen sind geschlossen.

5. Die Sterne nehmen mit dem Ende des Jahres dieselbe Position ein, welche sie im Anfange desselben inne hatten.

6. Die jährliche Bewegung der Sterne kann somit keine Projection der Erdbewegung sein, sie muss durch die Bewegung des Lichtes erzeugt werden.

7. Die Geschwindigkeit des Lichtes ist 10000mal grösser als jene der Erde in ihrer Bahn.

8. Nachdem die Erde sich in der Ecliptik bewegt und eine in sich selbst rückkehrende Curve, eine Ellipse, beschreibt, so folgt ihr darin während ihres Laufes das Licht aller Sterne mit seiner gewohnten Geschwindigkeit.

9. Der Durchmesser der Erdbahn ist 76 Millionen Meilen und ist als Aberrationsaxe projicirt.

10. Die Kreise, Ellipsen und geraden Linien der Sterne sind somit Lichtprojectionen.

11. Indem alle Sterne mit drei Monaten im Rückstande sind, muss das Licht sich abirren und 90^0 in den Sternbahnen zurückbleiben.

12. Hieraus folgt, dass man einen Stern nie an dem Orte sehen kann, an welchem er sich wirklich befindet etc.

Doch genug mit einem Dutzend von abgeschmackten Hypothesen um einzusehen, dass, wenn die Astronomie sich der Aberrationstheorie rühmt und darauf stolz ist, dies als — Geschmacksache erscheint.

Digitized by Google

DIE NUTATION.

[9.] Bradley entdeckt, dass die Sterne mit dem Jahresschluss auf ihre früheren Positionen nicht zurückkehren; dies ist für ihn ein neues, von der Aberration unabhängiges Phänomen.

Noch hält er sich an den einzelnen Stern γ Draconis und findet, dass dieser während 9 Jahre sich dem Pole nähert, nach 9 Jahren aber sich davon wieder entfernt und so periodisch fortfährt, um nach jedem Cyclus von 18 Jahren, während dessen er eine kleine Ellipse beschreibt, in seine frühere Stellung zurückzukehren.

Bradley spricht ohne Bedenken aus, dass alle Sterne dasselbe thun.

Man liest aber in den Büchern, dass z. B. der Polarstern sich schon seit der Epoche der Kalifen beständig dem Pole nähert und noch 300 Jahre nähern wird; kann man somit nur von einem Stern sagen, dass er nach 9 Jahren seine Richtung nicht ändert, so ist die Grundlage der Nutationstheorie als falsch erwiesen. Dies ist aber nicht schwer, indem gar kein Stern existirt, der sich in der Periode von 18 Jahren dem Pole abwechselnd nähert und sich von ihm wieder entfernt.

Bradley bleibt aber bei seiner Bestimmung und sagt: Nachdem die Sterne sich alljährlich in verschiedenen Ellipsen etc. bewegen, so können sie auch überdies in 18 Jahren noch eine ganz kleine Ellipse beschreiben, dieses Phänomen jedoch lässt sich aus der gewöhnlichen Erdbewegung nicht erklären, und kann folglich keine andere Ursache haben, als die Schwankung der Erdaxe, welche mit den Mondesknoten im Zusammenhang ist. Die Fermentation der Fantasie ist handgreiflich.

Die kleine Nutationsellipse wird also von jedem Stern in 18 Jahren beschrieben, ohne dass von diesem Phänomen die Beobachtung die geringste Spur aufzuweisen vermag. Ein Blick auf die Columne der Uebergänge der Variationen zeigt schon deutlich, dass es so viele Nutationsellipsen als Sterne am Firmamente gibt.

Die Idee einer Schwankung der Erdaxe scheint älteren Ursprunges zu sein; wie diese bewerkstelligt werden kann, das hat Bradley nicht angegeben, wir aber haben es sattsam gesehen, und bemerken nur, dass die Theorie der Nutation eben so widernatürlich und im Widerspruch mit den Phänomenen, wie jene der Aberration, an Imagination aber bedeutend ärmer ist.

[10.] In allen Büchern kann man lesen: „Was er gesucht — die Parallaxe der Fixsterne — hat Bradley nicht gefunden, dafür

Digitized by Google

aber zwei Phänomene, die Aberration und Nutation, entdeckt.“ Wir haben gesehen, dass für die Astronomen die beiden Worte „Entdecken“ und „Erfinden“ in der Regel als Synonyme gelten; man weiss aber, wie schwer es ist, etwas zu entdecken, was nicht existirt, und wie leicht es ist, sich dasselbe — einzubilden.

Bradley hat vielmehr gefunden als er gesucht und entdeckt hat: er hat Phänomene beobachtet, deren hohe Bedeutung und Wichtigkeit seine beiden Theorien weit überragt. Durch das Gefundene überrascht, wusste er nicht, was damit anzufangen, und verlor sich in Suppositionen. Seine Beobachtungen bilden aber die Grundlage einer eigentlichen Sternkunde; die Sterne „verkünden“ die allgemeine Bewegung, sie verkünden den Lauf der Erde und der Sonne, sie verkünden, dass Copernik's System vom Himmel nicht anerkannt ist.

Was in Bradley's Beobachtungen reell ist, das grossartige Phänomen der jährlichen Bewegung der Sterne, von deren Dasein sich jeder Beobachter überzeugen kann, ist für die Astronomen so gut wie verloren, sie sprechen gar nicht davon; was er aber sich einbildete, und was am Himmel in der Wirklichkeit aufzufinden kein Sterblicher vermag, das wird sorgfältig bewahrt, angewendet, mit Emphase gelehrt und der Nachwelt überliefert. So wird die Neigung der Theorie gegen das Wunderbare, gegen das Uebernatürliche mehr und mehr erkennbar.

Indem die Sonnenbewegung in jener der Erde enthalten ist, haben die Sterne nur diese letztere anzudeuten: ihre jährlichen Curven spiegeln die periodische Revolutivcurve der Erde ab; die Ueberträge ihrer Variationen repräsentiren die Versetzung der Erde oder des Systems im Raume — was mit der Sonnenbewegung gleichbedeutend ist: diesen letzteren Theil des Phänomens schreibt die Theorie der Wirkung der Nutation zu; dass er die Präcession repräsentirt, das glaubt kein Astronom, denn diese hat schon Hipparch gekannt, und die jährliche Bewegung der Sterne ist erst von Bradley entdeckt worden; aus dieser herrlichen Erscheinung geht aber deutlich hervor, dass es gar nicht nöthig ist, sich besondere Phänomene einzubilden, und dass die continuirliche Fortbewegung des Systems im Raume mit denselben nichts gemein hat.

Die Lieblingsidee der Astronomen, das Auffinden der Parallaxe der Fixsterne ist noch in voller Kraft; die Forschungen — in der Schriftsprache „Untersuchungen“ genannt — werden mit beispielloser Ausdauer fortgesetzt; die Vollkommenheit der Messinstrumente, die erstaunliche Genauigkeit in der Beobachtung, die Leichtigkeit des Calculs etc., sind eben so viele Bürgen, dass ein erhaltenes Resultat nur befriedigend sein könne; bemerken wir

noch, dass mit diesem Gegenstande sich eben die Elite der beobachtenden Astronomen beschäftigt, die grössten Namen unseres Jahrhunderts, welche die Wissenschaft illustriren und denen die practische Astronomie bedeutende Fortschritte verdankt, erscheinen in Verbindung mit der wichtigen Frage. Es ist ganz unmöglich, vorauszusetzen, dass diese Männer mit der Entwickelung der Wissenschaft nicht im Niveau, mit den Resultaten der bisher gemachten Beobachtungen nicht vertraut sind; was sollen wir demnach sagen, wenn die Principien, auf welche sie ihre Forschungen stützen, durch die Sonnenbewegung sowohl als auch durch die von Bradley angefangenen Sternbeobachtungen, also schon längst gänzlich vernichtet sind? Es ist das Werk jener Fatalität, deren beständige Einwirkung auf die Theorie unverkennbar ist.

DIE JÄHRLICHE PARALLAXE DER FIXSTERNE.

[11.] Wird, wie wir schon erwähnt haben, aus zwei Gründen gesucht. Erstens soll sie den evidenten Beweis liefern, dass die Erde ein Planet ist und nach dem System von Copernik um das Sonnencentrum kreiset; zweitens soll aus ihr die Entfernung des betreffenden Sternes von der Erde hervorgehen.

Man nennt „Parallaxe eines Fixsterns“ jenen Winkel, unter welchem der Erdbahnhalbmesser, oder was für die Theorie dasselbe ist, die Entfernung der Sonne von der Erde, vom Stern aus gesehen, erscheint. Diese Definition ist unverständlich, wenn man mit dem astronomischen Sprachgebrauche nicht vertraut ist, denn es ist schwer begreiflich, dass man auf der Erde wissen könne, wie die Erdbahn von den Sternen aus gesehen sich gestaltet, wenn man sich vorstellt, dass ihnen die Sonne selbst als ein funkelnder Stern erscheint, in dessen Irradiation die Erde verborgen und somit unsichtbar ist.

Könnte man einen Fixstern von den beiden Endpuncten einer geraden Linie consecutiv beobachten, deren Länge gleich der Sonnenferne ist, so würde sich der Stern auf der Himmelssphäre angular versetzen: der so von ihm gezeigte Winkel würde seine Parallaxe sein. Die Erde aber geht nicht gleich einer Schildwache auf und ab; beschreibt sie jährlich einen Kreis, so wird sie in einem halben Jahre einen Halbkreis beschreiben, dessen beide Endpuncte zugleich die Endpuncte ihres Bahndurchmessers sind. Beobachtet man nun einen Stern von diesen beiden Puncten aus — welche ein halbes Jahr von einander abstehen — so ist seine gefundene Parallaxe die Hälfte des von ihm gezeigten Winkels. Diese ist die angenommene Methode, nach welcher die Sterne in

Digitized by Google

halbjährigen Abständen beobachtet werden, um ihre Parallaxe zu finden.

Der Leser könnte fragen, warum die Hälfte des Winkels? Aus dem Umstande, dass der Diameter des Erdkreises noch einmal so gross ist als sein Halbmesser, kann man doch nicht folgern, dass dieser Halbmesser gleich der Sonnenferne ist? Der Leser kann sich einstweilen mit dem Begriffe über Ideenverschwisterung beruhigen. Warum man diese Parallaxe eine „jährliche" nennt, ist ebenfalls schwer zu errathen, da man zu glauben versucht ist, die Sterne haben jedes Jahr, wenn nicht eine verschiedene, doch aber eine sich jährlich wiederholende, also eine periodische Parallaxe; die Theorie sagt überdies, dass die Sterne mit dem Ende des Jahres auf die ursprünglichen fixen Plätze eben so zurückkehren, wie die Erde auf denselben Punct ihrer elliptischen Bahn zurückkommt, so scheint es, dass die Parallaxe nur eine „halbjährige" sein kann.

Der allgemeinen Meinung nach ist die Entfernung der Fixsterne von der Erde so ausserordentlich gross, dass ihre Parallaxen nur sehr kleine Winkel sein können und kaum den Bruchtheil einer Raumsecunde betragen. Findet ein Astronom Parallaxen von einer ganzen oder gar von mehreren Secunden, so ist dies ein Beweis, dass er nicht gut operirt hat; je kleiner das erhaltene Resultat, desto näher ist die Parallaxe der Wahrheit. Setzen wir den Fall, man hat einen Winkel herausoperirt, den man für eine unbezweifelte Parallaxe ansieht, ist hiedurch die Grösse der Erdbahn gegeben? Ist dadurch bewiesen, dass die Erde sich nach dem System von Copernik bewegt? Eben so wenig als dadurch die Entfernung des Sternes gegeben wird, wenn man die Grösse der Erdbahn nicht kennt. Da sind nun zwei unbekannte Grössen, die sich gegenseitig angeben sollen! Aus diesem Grunde hat die Theorie einen kurzen Process gemacht und entschieden, dass der Halbmesser der Erdbahn die Sonnenferne sei, damit man auf einer Basis von 76 Millionen Meilen operiren könne. Dieser weise Richterspruch beweiset nun mit Evidenz, dass die Erde sich nach dem System von Copernik bewegt, somit es ganz und gar nicht nöthig ist, diese unumstössliche Wahrheit noch durch die Parallaxe als eine Superfoetation von Beweis weiter zu bekräftigen; ist somit der erste Theil der Aufgabe schon eo ipso ohne die Parallaxe gelöst, so folgt daraus die eben so richtige Lösung des zweiten Theiles, nämlich der Entfernung des Sternes von der Erde. Dies ist der Sinn, welchen die Theorie mit der Bestimmung der Parallaxe verbindet.

[12.] Die Parallaxen sind somit schon vorhanden, nur müssen sie aufgefunden werden. Wer sucht, der findet, sagt das Sprich-

Digitized by Google

wort; hat man sich lebhaft vorgestellt, dass ein Ding existiren müsse, und verfolgt man das Suchen desselben mit unveränderlicher Ausdauer, mit unablässigem Eifer, so muss man am Ende mit einem guten Erfolg belohnt werden: dies hat sich bei dieser Affaire glänzend bewährt. Wollen sich die Parallaxen aus ihrem eigenen Antriebe nicht zeigen, so muss man sie mit Gewalt auffinden: diese ist beiläufig die Sachlage; wenn aber die Erde sich nicht nach dem System von Copernik bewegt, wenn ihr Bahnhalbmesser nicht die Sonnenferne ist, wenn die Basis des Operateurs nicht 76 Millionen Meilen enthält, wird es nicht gleichfalls evident, dass all die verwendete Mühe, Arbeit und Anstrengung verloren sind und bei der Operation manch gutes Auge ruinirt wird? Die Parallaxen müssen aber wirklich da sein, denn man hat schon einige unter ihnen mit der allergrössten Genauigkeit glücklich heraus operirt, und es ist höchst interessant, die wahre Entfernung eines Fixsternes zu kennen, dessen Licht viele Tausend Jahre braucht, um unser Auge zu treffen, während man die Entfernung des Erdmondes, dessen Licht schon nach einer kleinen Secunde zu uns gelangt, noch immer nicht kennt.

Copernik und seine Zeitgenossen beobachteten die Sterne mit freiem Auge und brachten sehr grosse Parallaxen heraus; zu jener Zeit aber war die Sonne sehr nahe der Erde und man operirte auf einer Basis von 4 Millionen Meilen. Nach der Erfindung der Fernröhre wurden die Parallaxen immer kleiner, der Himmel und die Operationsbasis immer grösser. Die Beobachter vor Bradley wussten noch nicht, dass die Parallaxen nebst den Beobachtungen noch Calculs und gehörige Reductionen erfordern. So hat z. B. Hooke für den berüchtigten γ Draconis eine Parallaxe von 30″ gefunden; nachdem aber Bradley bewiesen hat, dass die Sterne keine Parallaxen haben, und dass ihre scheinbare Bewegung durch das Licht hervorgebracht ist, so wurde es klar, dass Hooke die Aberration für die Parallaxe ansah.

Seitdem man weiss, dass die scheinbare Bewegung der Fixsterne nur eine durch die Aberration und die Nutation hervorgebrachte Perturbation ist, seitdem man die numerischen Werthe der Störungen — welche für alle Sterne dieselben sind — genau kennt, so ist das Suchen der Parallaxen sehr erleichtert, denn man hat nur diese Zahlen von den beobachteten Winkeln einfach abzurechnen.

Obwohl, strenge genommen, jeder Stern seine Parallaxe haben sollte, so muss man dennoch — um ja sicher zu gehen — eine gute und richtige Wahl treffen und wissen, welche Sterne den Halbmesser der Erde central oder schief sehen. Eine gute Wahl aber ist leicht zu treffen, da man weiss, wo und wie die Ecliptik

Digitized by Google

liegt und dass sie sich nicht von der Stelle rührt. Beobachtet man z. B. einen Stern am Pole der Ecliptik, so beschreibt dieser einen Kreis, dessen Durchmesser 40″89 ist; man weiss aber, dass diesen Kreis das Licht beschreibt, wobei ihm die Schwankung der Erdaxe ein wenig behilflich ist; es folgt also schon hieraus, dass dieser Stern keine Parallaxe hat, was man um so sicherer behaupten kann, als die Erde während des ganzen Jahres in derselben Entfernung von ihm bleibt. Die von Bradley beobachteten Zenithsterne, welche für seinen Meridian zugleich Circumpolarsterne sind und dem Pole der Ecliptik nahe stehen, können aus diesem Grunde gleichfalls keine Parallaxe haben. Werden aber die in der Ecliptikebene liegenden Sterne gewählt, so weiss man von diesen, dass sie den Durchmesser der Erdbahn in einer geraden Linie und unter einem Winkel von 40″89 sehen, und dass die Erde sich von ihnen in 6 Monaten 76 Millionen Meilen entfernt hat, man kann sich somit darnach richten.

Beobachtet man einen einzelnen Stern für sich, so ist der Erfolg der Unternehmung problematisch, indem man keinen fixen Vergleichspunct hat; dies ist um so begreiflicher, als der Himmel keinen fixen Punct enthält. Die Methode musste sich entwickeln, sich verbessern, und man fand, dass, wenn man einen dem in Operation begriffenen, sehr nahen aber ganz kleinen Stern zugleich mit beobachtet, so hat man einen fixen Vergleichspunct, indem der kleine Stern ungemein weit von der Erde entfernt ist, und folglich keine Parallaxe haben kann.

Die Theorie sagt aber ausdrücklich, dass die Lichtstärke eines Sternes über dessen Entfernung nichts entscheidet: auch ist man nicht berechtigt zu schliessen, dass ein kleiner Stern weiter entfernt sein müsse als ein grosser: hiezu kommt noch, dass der kleine Stern dieselbe jährliche Bewegung als der grössere hat; dass seine Aberrationsaxe eben so gross, seine Nutationsellipse dieselbe ist, muss man wohl wissen. Es scheint somit, dass der kleinste Stern eben so wie der grösste die Erdbewegung nachbildet und nebstdem seine eigene Bewegung hat.

In den Büchern wird erwähnt, dass die Veränderungen, welche die Instrumente durch den Temperaturswechsel erleiden, so wie auch die Refraction einen grossen Einfluss auf die Bestimmung der Parallaxe ausüben; man sieht hieraus, auf wie viele Umstände der Beobachter Rücksicht zu nehmen hat, um ein genaues Resultat zu erhalten; man sieht aber auch zugleich, warum die Astronomen auf die Geschicklichkeit in der Reduction ein so grosses Gewicht legen.

Wendet man dieselben Formeln ohne Unterschied auf jeden Stern und zu jeder Jahreszeit gleich an, so erhält man offenbar ein

Digitized by Google

problematisches Resultat. Wir haben gesehen, dass die Erdbewegung sich auf jedem Puncte des Firmaments anders projicirt; wie kann man, fragen wir, das Resultat der Reductionen als eine Wahrheit betrachten, wenn man weder die Figur der Erdbahn, weder ihre Grösse, noch deren Situation im Raume kennt?

[13.] Es wird gesagt, dass die reellen Parallaxen dreier Fixsterne bereits gefunden sind, dass „das Problem als gelöst angesehen werden muss. Die Strenge der theoretischen Untersuchungen lässt keinem Zweifel Raum, dass das, was man gefunden hat, „irgend etwas anderes als die Parallaxe sein könne."

Die drei Sterne sind: 61 Cygni durch Bessel; α Lyrae durch Struwe, und α Centauris durch Henderson bestimmt. „Die beiden „Ersteren erhielten eigentlich nicht direct die Parallaxe der betreffenden Sterne, sondern den Ueberschuss ihrer Parallaxe über „die des kleinen Sternes, der damit verglichen war." Also — wohl verstanden — nicht ihre reine eigene Parallaxe, nicht die Differenz zweier Parallaxen, sondern den „Ueberschuss ihrer Parallaxe."

Setzen wir voraus, dass diese Sterne mit dem Anfang eines jeden Monats und so auch nach dem Verlauf von je 6 Monaten wieder beobachtet werden können, und vergleichen wir die Variationen, welche sie in der Periode des halben Jahres an Rectascension und Declination zeigen, so finden wir, dass es nicht gleichgiltig ist, welche Jahreszeiten gewählt werden, ja dass die Wahl derselben nicht vom Beobachter abhängt, da diese Sterne ein halbes Jahr hindurch beim lichten Tage über dem Horizont sind.

Aus den hier bemerkten Orten dieser drei Sterne ist es ersichtlich, dass die Supposition, nach welcher der Erdbahndurchmesser sich den Sternen unter dem Winkel von 40″89 halbjährig zeigt, falsch ist, und dass man in einem jeden andern Halbjahr ein anderes Stück der projicirten Erdbahn sieht.

Hieraus ist zu entnehmen, dass die Reductionen sich nach den gefundenen Zahlen (Winkeln) zu richten haben, und somit die ganze Aufmerksamkeit des Rechners in Anspruch nehmen. Es ist aber auch an sich klar, dass diese beobachteten Ortsversetzungen der Sterne alle jene Bewegungen enthalten, aus welchen sie zusammengesetzt sein sollen, seien diese scheinbar, reell, projicirt oder durch Störungen verursacht, gleichviel, und dass es absurd wäre, anzunehmen, sie hätten ausser dieser beobachteten Bewegung und Position noch eine andere, nicht zugleich wahrnehmbare, welche man aber nach anhaltendem Suchen dennoch auffinden könne.

Digitized by Google

Periode 1865	α Lyrae		61 Cygni		α Centauri	
	Rectsc.	Declin.	Rectsc.	Declin.	Rectsc.	Declin.
Jänner — Juli	+ 4"46	— 1"7	+ 4"03	— 3"9	+ 4"38	+ 35"9
Februar — August . .	+ 3"35	— 2"4	+ 4"55	+ 13"4	+ 1"72	+ 35"1
März — September . .	+ 2"67	— 2"6	+ 4"36	+ 22"6	— 0"36	+ 29"2
April — October . . .	+ 1"20	— 2"4	+ 3"34	+ 39"2	— 2"62	+ 13"5
Mai — November . . .	— 0"08	— 1"8	+ 1"45	+ 42"1	— 3"40	+ 2"0
Juni — December . .	— 1"13	— 1"1	— 0"23	+ 35"0	— 2"99	— 5"6
Juli — Jänner	— 1"46	— 1"51	— 1"51	+ 21"2	— 0"97	— 24"2

Man könnte bemerken, dass, wenn die Sternorte mittelst der Formeln für jeden Tag des Jahres schon im Voraus genau angebbar sind, so ist es gar nicht nothwendig, um die Parallaxe zu finden — eigene Beobachtungen anzustellen: indem man durch die Elimination der störenden Elemente — Aberration und Nutation — und der eigenen Bewegung des Sternes das ersehnte Resultat herauscalculiren kann, und in der That ist die Aufgabe Sache des Calculs; da wie bekannt, ein Winkel von einem Zehntel oder Hundertel der Secunde durch directe Messungen in der Regel nicht herauszubringen ist.

Es ist an sich klar, dass der Beobachter die angeführten Zahlen genau herausfinden muss, wenn er diese drei Sterne im Jahre 1865 zu den angezeigten halbjährigen Perioden beobachtet hat; findet er andere Zahlen, so ist seine Beobachtung entweder unrichtig, oder es sind die gegebenen Ortsbestimmungen fehlerhaft und die Sterncataloge müssen verbessert werden. Eliminirt man von der so gefundenen Position die Aberration und die Nutation nach den aufgestellten Formeln, so hat man die Sterne dorthin zurückversetzt, wo sie mit dem Anfang des halben Jahres waren, woraus dann ersichtlich ist, dass die Sterne keine Parallaxe haben.

Dem Leser wird es hiedurch verständlich, warum Bradley keine Parallaxen finden konnte? Er ging nämlich von der Supposition aus, dass die scheinbare jährliche Bewegung der Sterne das Werk des Lichtes und der Axenschwankung ist und die Sterne am Ende des Jahres auf ihre gewohnte Stelle zurückkehren. Die heutigen Astronomen aber wissen, dass ein Ueberschuss an Vorrückung da ist, somit nach genauen Reductionen immer noch ein kleiner Rest verbleibt, welcher nebst der Parallaxe noch die Eigenbewegung, sowohl des Sternes als auch jene der Sonne enthält; befreit man den gefundenen Rest von diesen beiden Bewegungen, so kann dann nichts anderes als die reine, wahre Parallaxe übrigbleiben. Wie schwierig das Auffinden dieses Finalrestes ist, wird dadurch begreiflich, dass man die Eigenbewegung weder des

Digitized by Google

Sternes noch der Sonne kennt. indem ihrerseits diese Kenntniss wieder die Kenntniss der Entfernung des Sternes von der Sonne voraussetzt, diese Kenntniss endlich die genau bestimmte Parallaxe fordert.

Dieses ist nun der parallactische Irrgarten.

Die Parallaxen der drei genannten Sterne sind in den Büchern der Reihe nach: α Lyrae = 0″153, 61 Cygni = 0″360 und α Centauri = 0″9187, woraus dann von selbst folgt, wie viele Jahre ihr Licht braucht, um in unser Auge zu gelangen, „die Bestimmungen sind so genau, dass man auf einen Unterschied von einem Lichtjahre sicher rechnen kann."

[14.] In Bezug auf unsere Studien handelt es sich nicht darum, was man aus dem Phänomen der Sternbewegung herauscalculiren kann und auch herauscalculirt, sondern es frägt sich, ob mit dem Suchen nach der „Parallaxe der Fixsterne" das klare Bewusstsein dessen, was man thut auch in Verbindung ist?

Was sucht man, was versteht man unter „Parallaxe der Fixsterne?" Die Sterne sollen die Erdbewegung anzeigen, die Erdbahn soll sich auf die Himmelssphäre projiciren. Nur diesen und keinen anderen Sinn kann das Suchen der Parallaxe haben, denn die Entfernung der Fixsterne ist nicht Gegenstand der Beobachtung oder überhaupt des Sehens, sondern des Messens: sie ist demnach die Folge anderer genau bestimmten Elemente.

Die von Bradley zuerst beobachtete jährliche oder vielmehr continuirliche Fortbewegung der Sterne zeigt die Erdbewegung auf eine eclatante Weise an; ihre Reproduction ist in allen ihren Details eine vollkommene, die sogenannte Erdbahn ist auf die Himmelssphäre wahrnehmbar projicirt, die Projection von den Sternen mannigfaltig angezeigt. Bradley aber sagt: „dieses Phänomen kann nicht durch die jährliche Erdbewegung erzeugt sein, die Erdbahn kann sich in einem so grossen Maassstab nicht projiciren, sie kann nur durch die Parallaxen angegeben sein, welche wieder nur aus einem ganz kleinen Winkel bestehen können, daher ist die beobachtete Bewegung der Fixsterne eine Illusion und keine Realität." Mit einer rührenden Einstimmigkeit sagen alle Astronomen nach Bradley: „die Sterne reproduciren die Erdbewegung nicht, ihre Ortsversetzung ist nicht die Parallaxe, diese muss sich anders zeigen, auf einem anderen Weg gesucht werden etc., „was an den Sternen beobachtbar, ist eine optische Täuschung und „Perturbation, es ist die Abirrung des Lichtes, die Schwankung „der Erdaxe, welche die scheinbare Sternbewegung hervor„bringen etc."

Wahrlich, der Himmel muss in grosser Verlegenheit sein. wie er es anstellen soll, damit seine Manifestationen von den gelehrten

Digitized by Google

Astronomen begriffen werden! Seine grossartigen, deutlichen Phänomene sind unverständlich, unbegreiflich; damit sind die Astronomen nicht zufrieden gestellt, anstatt die Erdbewegung in grossen Zügen auszudrücken, sollen die Sterne — den Parallaxen Suchenden zu lieb — besondere, von ihrer Bewegung unabhängige, ganz kleine — Extrawinkel zeigen.

Wenn Bradley, der doch offenherzig gesteht, dass die Sterne keine Parallaxen haben, die von ihm aufgefundene Sternbewegung nicht studiert, sondern aus ihr Schlüsse gezogen, Phänomene componirt und Theorien gemacht hat, so folgt hieraus, dass die heutigen Astronomen die Erscheinungen der Sternbewegung, nicht weiter zu studieren haben. Uebrigens ist ein Astronom nur da, um dem Himmel Gesetze vorzuschreiben.

Um die Parallaxe genau bestimmen, um auf einen fixen Punct visiren zu können, ist die unerlässliche Bedingung, dass die Operationsbasis 76 Millionen Meilen lang und gleichfalls fix sei. Auch darüber sind alle Astronomen unanim im Klaren, dass die invariable Ebene der Erdbahn, die Ecliptik, auf denselben Fleck des Weltraumes wie angenagelt festsitzt, denn wäre dies nicht der Fall, so könnte die Ellipse keine geschlossene sein, und die Erde könnte sich nicht nach dem Flächengesetz bewegen. „Jedermann „wird aber einsehen, der nur halbwegs mit der Astronomie ver„traut ist, dass die Erde sich nach dem System von Copernik und „nach den Gesetzen Kepler's verhalten müsse, denn sonst würde „die ganze Astronomie — umfallen.“ Dieses ist das Credo derselben Astronomen, die ganz genau heraus calculirt haben, dass die Sonne beständig gegen das Sternbild des Hercules mit einer Geschwindigkeit von über 12 Meilen per Secunde zueilt. Es zeigen sich hiermit zur beliebigen Wahl zwei Fälle, entweder schleppt die Sonne die fixe Erdbahnebene, den bewussten eisernen Fassreif, die Ecliptik, überall mit sich, oder sie geht allein fort zum Hercules, und lässt die Erde in ihrer elliptischen Bahn — sitzen.

Im ersten Fall hat sich die Operationsbasis während des, zu der Beobachtung der Parallaxe nöthigen halben Jahres, um beiläufig 200 Millionen Meilen — immer gegen Hercules — verrückt, woraus folgt, dass der fixe Visirpunct problematisch geworden, und der kleine Parallaxenwinkel von einer Modification bedroht ist; es wird daher ohne Bedenken jeder heutige Astronom um so mehr den zweiten Fall als den mit dem „einzig möglichen System“ von Copernik übereinstimmenden annehmen, als aus diesem Falle zugleich zwei Grundprincipien klar hervorgehen; nur auf diese Art kann man nämlich die Sonne in Bezug auf die Erde als „ruhend“ betrachten, d. h. nur auf diese Art gibt die Sonne der Erde Ruhe und perturbirt sie nicht weiter; nur auf diese Art

Digitized by Google

kann man sich die Sonne als einen Fixstern vorstellen, denn schon nach 200 Jahren wird ihr Durchmesser von der Erde aus gesehen, keine Secunde mehr betragen. Ob aber nicht früher schon, bevor die Sonne ein Fixstern für die Erde wird, die Astronomen selbst verschwinden und somit keine Parallaxe haben werden? ist eine andere, gar nicht hieher gehörige Frage.

[15.] Die Ideen über die Entfernung der Fixsterne finden in den Beobachtungen keine Stütze; den Character einer Kenntniss ihnen zu verleihen, ist die Theorie der Parallaxen unvermögend.

Stellen wir uns das Weltall als einen unendlichen Raum vor, der in allen seinen Theilen ewig sich bewegende Körper enthält, so ist jeder dieser Körper der Centralpunct eines Raumtheiles, und hat gleich der Erde seine Himmelssphäre, welche für ihn alle jene Verschiedenheit in Gestaltung und Anblick enthält, die sich vor unseren Augen entfalten. Es ist selbstverständlich, dass unter den, diesen Centralpunct umgebenden Körpern, wenn auch nicht viele, doch mehrere gleichweit von ihm abstehen können, und dass sicherlich einer derselben ihm der nächste ist, die übrigen aber stets weiter und weiter fallen können. Wie aber herausfinden, welcher z. B. der Erde nächste Stern und wie weit er entfernt ist?

Sprechen wir vom Unendlichen, so fällt die Bedeutung der Zahlen weg; ja schon dieser kleine Theil des Alls, welcher als eine Welt für sich, als der unzählige Körper enthaltende Sternhimmel sich uns zeigt, liefert schon Zahlen, deren Grösse unsere Auffassungsfähigkeit über Mengen und Dimensionen bei weitem überragt; Billionen, Trillionen und Quadrillionen etc. fallen als gleichbedeutende Worte zusammen, sie sagen uns — dasselbe. Weder Lichtstärke, noch scheinbare Grösse der Sterne lassen auf ihre Entfernung schliessen, eben so wenig ist diese durch die projicirte Erdbewegung angezeigt. Die scheinbare jährliche Ortsversetzung der Sterne ist aber schon eine perspectivische Projection, wie die Rectascension und Declination der Sonne, diese Projection soll uns zu der Kenntniss der Erdbewegung führen, sie soll uns sagen, welche Figur die Erde im Raume beschreibt, welche Richtung sie einschlägt?

Dass die Erdbahn sich auf die Himmelssphäre projicirt, das hat die Theorie schon durch ihre Aberration anerkannt; würde die gleich grosse Axe aller Sterne keine Imagination, sondern eine Realität sein, so würden die 40″89 andeuten, dass die Projection der Erdbahn auf eine Entfernung fällt, welche 10000mal die Sonnenferne übertrifft; reducirt sich der Erdbahndurchmesser auf zwei Fünftel, so ist die Projection noch immer um 4000 Erdweiten von uns entfernt, und man sollte daraus schliessen, dass dieser Himmelsraum, die durch unsere Vision begrenzte und ab-

Digitized by Google

gerundete Himmelssphäre die 4000malige Sonnenferne zum Halbmesser hat. Dieser Schluss aber ist nicht zu ziehen, da — wie wir aus der Tafel sehen — die sogenannten grossen Axen sehr verschieden sind, und z. B. für die Declination in den Grenzen von 50″ 1 und 2″8 liegen, die Axe der Rectascension aber ändert sich auf eine bedeutende Art, und es ist auffallend, dass eben die den Polen nahe stehenden Sterne die grösste jährliche Variation in Rectascension zeigen. So z. B. ergibt sich für Nr. 109 eine Rectascensionsgrenze von 4054″7; für den einen nördlichen Polarstern 1707″7 und für den andern 843″3. Wir sehen dass aus dem Phänomen der scheinbaren Sternbewegung noch kein Schluss zu wagen ist, weder auf die Entfernung der Sterne und der Sphäre, noch auf die Grösse, Lage und Figur der Erdbahn, dass aber das fortgesetzte Studium dieser Bewegung allein zur Kenntniss derselben führen kann.

Die bisherigen Beobachtungen, sie zählen ja kaum 130 Jahre, berechtigen zu keinen definitiven Schlüssen; was in der Sternwelt vorgeht, ist in jeder Beziehung viel zu riesenhaft, als dass es des Menschen Geist fassen könnte; bedenken wir noch, dass die Perioden der Eigenbewegung der Sterne für uns gleich der Unendlichkeit sind, so müssen wir erkennen, dass bei dem gegenwärtigen Zustande der Astronomie man sich auf das Aussprechen seiner Idee beschränken muss, wenn man nämlich glaubt, dass diese Idee der Mittheilung werth ist. Hat man eine grosse Menge verschiedener Ansichten und Meinungen gesammelt, so führt deren Ueberblick eine Correction jener Begriffe herbei, welche man sich über die „Wunder des Himmels“ gemacht hat.

In ihren Schlüssen war die Theorie bis heute stets und sehr unglücklich; durch ihre fortgesetzte Beobachtung häuft die practische Wissenschaft ein unschätzbares Material an, dessen Wichtigkeit täglich zunimmt, dessen hohe Bedeutung mehr und mehr hervortritt. Der Theorie bleibt nichts, als das unablässige Studium der beobachteten Phänomene, sie darf sich von diesen nicht einen Schritt entfernen und will sie diese auffassen, aus ihnen Kenntnisse entwickeln, so muss sie vor Allem sich von den eingesogenen Vorurtheilen befreien, und so viel wie möglich die Imagination im Zaum halten.

DIE RICHTUNG DER SONNENBEWEGUNG.

[16.] Die Untersuchungen über die Richtung des Sonnensystems fing W. Herschel 1783 an, nach ihm wurden sie von den eminentesten Beobachtern und auch Rechnern fortgesetzt. Sie be-

Digitized by Google

ruhen auf der Supposition, dass die Constellation, gegen welche sich die Sonne bewegt, sich ausdehnt, die gegenüberliegende hingegen sich zusammenzieht: es wird somit vorausgesetzt, dass sich die Sonne so im Raume versetzt, dass sie sich von einem Puncte der Himmelssphäre reell entfernt, um sich dem entgegengesetzten wirklich zu nähern, dass diese Bewegung durch die parallactische Versetzung der, eine Constellation bildenden Sterne angezeigt und wahrnehmbar ist. Zuerst wird gesagt, dass bei dieser Gelegenheit die Erdbewegung um die Sonne gänzlich vernachlässigt werden kann, dann aber wird bemerkt, dass die Phänomene der parallactischen Versetzung ein Effect des mobilen Beobachters sind. *)

Selbst wenn die Supposition, nach welcher die Sonne sich einer Constellation wirklich nähert, einen Schein von Wahrscheinlichkeit hätte, selbst wenn es in den wenigen Jahren schon bemerkbar geworden wäre, dass die Constellation des Hercules sich ausdehnt, d. h. einen grösseren Raum am Himmel einnimmt, so könnte man daraus noch immer nicht schliessen, dass die Richtung der Sonnenbewegung in der That gegen dieses Sternbild ist. Wir haben bereits gesehen, dass um ein Rechnungsresultat der Bestimmung einer parallactischen Versetzung zu erhalten, man die Eigenbewegung der Sterne kennen müsse, und diese von jener der Sonne auszuscheiden hat.

Alle, die sich mit dieser Untersuchung befasst haben, sind mit W. Herschel einstimmig überzeugt, dass die Sonne sich gegen das Sternbild des Hercules bewegt; da jedoch diese Constellation ziemlich gross ist, so mussten die genauen Bestimmungen verschieden ausfallen. Die äussersten Grenzen sind in Rectascension $252^0 24'$ und $262^0 8'$; in Declination $14^0 26'$ und $49^0 38'$. Die Sonne hat somit einen Spielraum von beiläufig 10^0 in Rectascension und $35^0 12'$ in Declination, man ist aber übereingekommen, dass ihre „wahre“ Richtung im Mittel $260^0 20'$ und 33^0 bis 40^0 Declination sein soll.

Nachdem die Sonne seit 1783 beständig gegen Hercules geht, so folgt hieraus, dass sie sich in einer geraden Linie bewegt, und es wird gelehrt, dass, bevor die Curve der Sonnenbahn eine für uns merkliche Krümmung zeigt, viele Jahrtausende verstreichen dürften.“ Man sieht hieraus, dass auch Curven ohne Krümmung existiren. Wir haben bemerkt, dass eine Bewegung in gerader Linie für einen Weltkörper überhaupt eine Unmöglichkeit ist;

*) Der Leser findet in der popul. Astr. des Dr. J. H. Mädler Berlin 1861 pag. 427 — 452 über diesen Gegenstand, mit welchem der gelehrte Autor sich mehr als andere Autoren befasst zu haben scheint, das, was man Resultate der Neuzeit nennen kann. Siehe auch Arago Vol. II. p. 25 — 33.

Digitized by Google

schon die Begriffe über allgemeine Bewegung, allgemeine Gravitation etc. schliessen die Gerade aus; hat aber ein Körper — wie die Sonne — eine Rotation, so geht seine Translation nothwendigerweise im Sinne der Rotation, in einer Curve vor, deren Richtung durch seinen Aequator gegeben ist. Die characteristische Eigenschaft der Curve — die sich somit selbst definirt — ist, dass sie in ihren kleinsten Theilen gekrümmt sei, denn sonst würde sie keine Curve sein. Bewegt sich die Sonne mit einer Geschwindigkeit von 12 Meilen per Secunde, so wird sie viele Tausende von 400 Millionen Meilen in gerader Linie fortlaufen, bevor man die Krümmung ihrer Bahn wahrnimmt!

Betrachtet man den Zustand der astronomischen Theorie, so kann man schon a priori sagen, dass diese sogenannten Bestimmungen keinen Werth haben können. Hat man sich von der Art der Bewegung der Himmelskörper falsche Begriffe gemacht, so kann man die Phänomene ihrer Bewegung nicht verstehen; versteht man aber diese Phänomene nicht, so kann man aus ihnen keinen brauchbaren Schluss ziehen.

Die Ansicht, dass die Sonnenbewegung an dem System von Copernik nichts ändert, führt zur äussersten Absurdität. Soll sich die Erde in der unveränderlichen Ebene ihrer geschlossenen Ellipse bewegen, so kann sie der Sonne nicht mehr folgen, und die „Circulation um das Centrum“ fällt von selbst weg. Es ist höchst auffallend, dass die Astronomen des verflossenen Jahrhunderts glauben konnten und die heutigen noch glauben können, dass ein Copernik, ein Kepler, ein Newton, im Bewusstsein der Sonnenbewegung, dasselbe System, dieselben Gesetze und Theorien aufgestellt hätten, welche sie ausschliesslich auf deren Fixität gründeten! Dass in diesem Umstande etwas Beschämendes liegt, kann dem Denker nicht entgehen.

[17.] Um nicht — gleich der Theorie — halsbrecherische Sprünge zu machen, haben wir uns an die erkannten Thatsachen und an die, die Feuerprobe ausgehaltenen Grundsätze festzuhalten; der wichtige Gegenstand erheischt die volle Aufmerksamkeit des Lesers, dafür aber wird er über den Zusammenhang der Phänomene im Klaren sein.

Alle Ortsversetzungen der Sterne, mit der einzigen Ausnahme ihrer Eigenbewegung, sind natürliche Folgen der Erdbewegung. Das Studium der Eigenbewegung der Sterne, so wie ihre Beobachtung sind noch in ihrer zartesten Kindheit, ja sie sind kaum geboren; wir haben sie somit nur im Gedächtniss zu erhalten, ohne ihre Effecte in Betracht ziehen zu können.

Aus den durch die Beobachtung vollkommen constatirten, beständigen Ortsveränderungen der Sterne folgt unmittelbar die

Digitized by Google

beständige Versetzung der Erde im Raume. Die Erde ist ein von der Sonne abhängiger Weltkörper, daher ist ihre Ortsversetzung im Raume die Folge der Sonnenbewegung. Ist nun die Bewegung der Erde durch die Sonne angezeigt, so zeigt diese ihrerseits die Sonnenbewegung an.

Die Sterne verändern weder ihre Rectascension noch ihre Declination; die Configuration der Gruppen, der Constellationen bleibt dieselbe; die Topographie des Himmels, die Sternkarte verändert sich nicht, aber die beiden Coordinaten haben sich im Raume versetzt. Weder nähern sich die Sterne den Polen, noch entfernen sie sich von diesen, es sind die Pole die ihre Lage ändern.

Es ist ausser Zweifel, dass der Erdäquator und die Erdpole sich auf der Himmelssphäre reproduciren; dies ist aber genau dasselbe wenn wir sagen, dass uns der Himmel so erscheint wie wir ihn von der Erde aus sehen. Welche nun immer die Lage der Erdaxe im Raume ist, so entsprechen die Himmelspole ihren Endpuncten. Versetzen sich die Weltpole, so ist dies ein Beweis, dass die Erde die Richtung ihrer Bewegung verändert hat; dass diese Veränderung nur in Folge der Sonnenbewegung möglich ist, das bedarf keines besonderen Beweises.

Ist die Sonne fix, bewegt sich die Erde nach dem System von Copernik, so ist um so weniger Grund vorhanden, warum die Erdaxe sich im Raume mit einer veränderten Lage versetzen soll, als ja die Theorie selbst deren Parallelismus als eine Bedingung der Erdcirculation um die Sonne aufgestellt hat. Mit der fixen Sonne können sich somit weder die Rectascension noch die Declination der Sterne von Jahr zu Jahr ändern. Die ersteren, welche vom Frühlingspunct an gezählt werden, nehmen jährlich zu; diese Zunahme ist durch die Differenz zwischen dem Sideral- und dem tropischen Jahr gegeben, und wir wissen, dass der Frühlingspunct sich retrograd bewegt, d. h. die Sonne hat sich während einer Revolutivperiode der Erde um 50″23 gegen West versetzt und mit ihr zugleich eine der Coordinaten. Wird nun die Rectascension stets vom Frühlingspuncte an gezählt, so folgt hieraus die beständige Zunahme derselben. Wir haben sattsam gesehen, dass die Präcession eines der einfachsten und auch deutlichsten Himmelsphänomene ist; dass es aber, so lange die Bewegung der Sonne unbekannt war, nicht begriffen werden konnte; verfiel man um dasselbe sich zu erklären auf die sonderbare Idee, die Rotation der Erde rückgängig zu machen, so liegt hierin der Beweis, dass man nie umhin konnte, die scheinbare Bewegung des Sternhimmels oder seines Inhaltes der Erdbewegung zuzuschreiben. Wenn aber die heutigen Astronomen, dieselben die der Sonne Richtung suchen, die Präcession für ein von der Sonnenbewegung unabhängiges Phänomen

Digitized by Google

halten, so beweisen sie, dass es ihnen gelungen ist den Gedanken gänzlich zu eliminiren. Liest man z. B. in einem Buche, — die Rede ist von den Puncten gegen welche sich die Sonne richten soll — „die Präcession wird zwar die numerischen Bestimmungen „des Punctes eben so von Jahr zu Jahr ändern, wie sie alle Recta„scensionen und Declinationen ändert, aber dies afficirt nicht den „Ort in Beziehung zu den Fixsternen," so ist man versucht zu wähnen, dass unter der Präcession der Autor eine eigene Naturkraft versteht, welche ganz ausserordentliche Wirkungen hervorbringt; sie verändert sogar die numerischen Bestimmungen des Punctes von Jahr zu Jahr, ohne den Ort des Punctes zu ändern!

Die hier citirte Darstellung ist schwer zu verstehen, ja man kann ihr den Vorwurf der Deutlichkeit nicht machen. Ist in dem fraglichen Punct ein Stern, so wirkt die Präcession auf den letzteren, ohne auf den Punct selbst einzuwirken, d. h. die Präcession kann den Stern so weit treiben, dass seine Rectascension von 262^0 und seine Declination von 40^0 zugleich Null werden, folglich der Stern in den Frühlingspunct tritt; nun ist die Frage, geht der Punct mit dem Stern oder bleibt er auf seinem Posten? Der Autor meint, dass der Ort in Beziehung auf die Fixsterne von der Präcession nicht afficirt wird, woraus folgt, dass Punct und Fixstern beisammen bleiben, wenn demnach die Präcession die numerischen Bestimmungen von Jahr zu Jahr ändert, so folgt unmittelbar hieraus, dass die Sonne von Jahr zu Jahr gegen einen andern Punct des Hercules in gerader Linie sich bewegt. Dieser gelehrte Autor sagt p. 153. „Die (unveränderliche und nur in Folge der partiel„len Störungen vom Mittel abweichende) siderische Umlaufszeit „der Erde um die Sonne beträgt 365 Tage $6^h\,9'\,10''\,7496$; die tro„pische Umlaufszeit ist dagegen nicht ganz unveränderlich, denn „die Präcession, welche der Unterschied beider bewirkt, hat eine „Ungleichheit, welche auf 38″ steigen kann. Gegenwärtig (1840) „beträgt sie 365 Tage $5^h\,48'\,47''\,5711$, sie wird in einem Jahr„hundert um $0''\,595$ kürzer. Dieses ist das sogenannte Sonnen„jahr, oder die Zeit, welche die Wiederkehr der Jahreszeiten „bestimmt."

Wenn die siderische Umlaufszeit „um die Sonne" ist, so muss die tropische — das sogenannte Sonnenjahr — „um die Sterne" sein; dies ist kein gewichtiger Gegenstand, aber Laplace und nach ihm die meisten Astronomen sagen ausdrücklich, dass die Präcession weder die Dauer der Rotation noch jene der Revolution ändert; der gelehrte Autor müsste somit durch weitere „numerische Bestimmungen" den Beweis liefern, dass, wenn die Sonne ihren Aufenthalt in den Himmelsräumen wechselt, die Revolutivperiode der Planeten sich gleichfalls ändert.

Digitized by Google

Betrachtet man die Sonne in Bezug auf die Erde als „ruhend," so will man die Folgen ihrer Bewegung und insbesondere ihren Einfluss auf die Erdbewegung gar nicht in Betracht ziehen; hieraus folgt aber gleichfalls unmittelbar, dass man sich auf diese Art unfähig gemacht hat, die Himmelsphänomene zu verstehen.

Bewegt sich die Sonne jährlich um 50″23 gegen West, so hat sich die ihr folgende Erde um eben so viel westlich versetzt; die Sterne hingegen sind um 50″23 östlich geblieben, woraus dann die „Retrogradation der Axendrehung" von selbst hervorgeht. Dass die Sonne stets im Frühlingspuncte sich befindet, diesen bestimmt, ist aus den Beobachtungen deutlich; sie ist aber auch zugleich im Aequator, und es stellt sich heraus, dass sie sich gegen jenen Stern bewegt, dessen Rectascension und Declination zugleich Null ist.

Bewegt sich die Sonne in gerader Linie fort, so kann diese Linie nur in der Ebene des Aequators liegen, und warum? Mit ihrem Aequator in der Translationslinie voraus, folgt die Erde der Sonne, sie gehen in derselben Richtung gleichen Weges; der Erdäquator ist somit der Sonnenbahn parallel; wir wissen dass er mit dieser zweimal des Jahres zusammenfällt, dass seine Neigungen gegen die Sonne während des Jahres sich ausgleichen, und die Hauptrichtung der Bewegung nicht verändern. Der Erdäquator liegt aber in der Ebene des Himmelsäquators, woraus dann folgt, dass auch die Sonnenbahn zu dieser Ebene parallel ist, oder was hier gleichbedeutend sein kann, in dieser Ebene selbst liegt. Aus diesem Umstande folgt aber alsogleich, dass, wenn die Sonne gegen den bewussten Punct des Hercules sich bewegt, so muss dieser Punct sich bereits in dem Aequator befinden, was bis jetzt nicht der Fall ist. Nun folgt aber aus allen diesen Umständen, dass die Richtung des Erdäquators die Richtung der Sonnenbewegung ist. Geht diese in gerader Linie, oder selbst — wie wir gesehen haben — in einer einfachen Curve vor sich, so wird die Rectascension aller Sterne auf gleiche Art verändert, die allgemeine Präcession wird für alle dieselbe sein, sie müssen alle um dieselbe Zeit später in den Meridian kommen etc. Aus der Columne der Tafel, welche die jährlichen Ueberträge an Rectascension enthält, ist es ersichtlich, dass die Zunahme des Rectascension wohl als allgemein betrachtet werden kann — wenn man die wenigen Ausnahmen nicht in Anschlag bringt, dass aber ihre Quantität sehr verschieden ist.

Betrachten wir die Ausnahmsfälle, so finden wir die Grenzen der jährlichen Veränderung zwischen den Sternen Nr. 122 und 130 mit + 71″98 und 12″02 etc. Die Verschiedenheit in der jährlichen Zunahme an Rectascension deutet schon hin, dass die Sonne nicht in gerader Linie sich fortbewegt, den klaren Beweis

Digitized by Google

aber hiezu liefert die jährliche Veränderung der Sternorte in Declination.

Bewegt sich die Sonne in gerader Linie, bleibt sie in der Ebene des Aequators, so bleibt auch die Lage des Erdäquators unverändert, d. h. die Erdaxe bleibt „parallel zu sich selbst.“ In diesem Falle kann sich die Declination der Sterne nicht ändern; da aber diese sich thatsächlich ändert, so muss die Erdaxe nothwendigerweise ihre Lage ändern, ihren Parallelismus verlassen, was nur durch die veränderte Richtung der Sonnenbewegung möglich ist.

Die Sterne zeigen an, dass die Sonne sich im Raume nach zwei Richtungen zugleich versetzt, welche nicht in derselben Ebene liegen: sie bewegt sich daher in einer doppelt gekrümmten Linie. Die eine Richtung gegen West ist durch die Zunahme der Rectascension der Sterne unmittelbar angezeigt, die andere muss aus den Aenderungen ihrer Declination hervorgehen. Die erste Richtung gegen West ist augenscheinlich nicht zugleich gegen den Punct des Hercules, der von dem Frühlingspunct 262° entfernt ist, und der sich in dem Verhältniss von West nach Ost jährlich versetzt, in welchem die Sonne gegen West vorrückt. Bewegt sich die Sonne gegen das Sternbild des Hercules, so ist ihre zweite Richtung gegen Nord; wir haben somit nachzusehen, ob dies auch in der That stattfindet?

[18.] Die Zahlen in der Columne der Declinationsänderungen gewähren einen deutlichen Ueberblick, sie zeigen eine gewisse Ordnung, eine Art Regelmässigkeit. Die jährliche — übertragene — Variation besteht aus einer Zunahme und einer Abnahme der Declination; beide richten sich nach der Rectascension der Sterne. Das Maximum der Zunahme ist in der Stunde Null oder 24, das Minimum derselben oder das Maximum der Abnahme ist in der 12. Stunde; so dass die Variationen sich nahe in den Grenzen von $\pm$ 20″25 befinden. Die Uebergänge von Plus auf Minus und umgekehrt gehen nahe in der 6. und 18. Stunde vor. Indem der Frühlingspunct sich in dem Stundenkreis Null befindet, so ist er und mit ihm auch die Sonne unter jene Sterne oder Puncte zu rechnen, deren Declination mit dem Maximum zunimmt.

Frühlingspunct und Sonne sind aber auch zugleich im Aequator; nähern sich nun die Sterne der nördlichen Hemisphäre, dem Pole, so muss sich dieser Pol gleichsam erheben und ihnen entgegen gehen; d. h. sich gegen Süden neigen; mit dem Pole aber neigt sich der Aequator zugleich, woraus folgt, dass die zweite Richtung der Sonne gegen Süden ist.

Der Zusammenhang beider Variationen ist wahrnehmbar. Nimmt die Rectascension der Sterne beständig zu, so nähern sie

Digitized by Google

sich je nach ihrer Lage mehr oder weniger der 6., 12., 18. und 24. Stunde; sind sie in dieser letzteren, so ist die Zunahme ihrer Declination im Maximum, sie nähern sich dem Pole mit der grössten Quantität; bewegen sie sich gegen die 6. Stunde, so nimmt ihre Variation ab, um in dieser Stunde selbst Null zu werden: von da an ist die Aenderung negativ und die Sterne entfernen sich vom Pole, bis sie das Maximum ihrer jährlichen Variation in dieser Richtung in der 12. Stunde erhalten; von da bis zur 18. Stunde ist die Abnahme ihrer Declination immer geringer und wird in der Stunde selbst abermals positiv, sie nähern sich wieder dem Pole bis zur 24. Stunde immer mehr und mehr. Es ist natürlich, dass diese Aenderungen in der einen Hemisphäre, in der andern im conträren Sinne vorgehen; eine nördliche Zu- uud Abnahme ist eine südliche Ab- und Zunahme: die Zahlen sind additiv.

Der Stern γ Draconis, die Veranlassung der beiden Theorien Bradley's ist gegenwärtig ganz nahe der 18. Stunde, es fehlen ihm nur noch nahe 6'5 in Zeit, oder 391''7 in Bogen; bleibt die jährliche Zunahme seiner Rectascension wie sie im Jahre 1865 ist = 23''883, so erreicht er die 18. Stunde nach 16 Jahren, und anstatt sich, wie noch gegenwärtig, vom Pole zu entfernen, wird er sich demselben mit jedem Jahre mehr und mehr nähern.

Ist jener Punct des Hercules, gegen welchen die Sonne sich richten soll, und der sich gegenwärtig vom Pole entfernt, noch 30' von der 18. Stunde entfernt, so wird er — wenn er diese erreicht — sich dem Pole nähern, seine Declination wird stets zunehmen: bewegt sich nun die Sonne gegen Süden und der Herculespunct gegen Norden, so ist es schwer zu begreifen, wie sie sich begegnen sollen?

Die Veränderung der Sternorte ist die scheinbare Versetzung der Himmelssphäre; dieses durch die Sonnenbewegung hervorgebrachte Phänomen ist grossartig und zugleich prachtvoll; wir müssen es daher — wenn auch nur im Geiste — näher betrachten, denn es muss uns über das Wesen der Erdbewegung einige Aufklärung geben.

[19.] Sind wir am Aequator, so sind die Weltpole am Horizont und der auf die Himmelssphäre projicirte Erdäquator theilt diese in zwei gleiche Hälften.

Der Meridian, von Pol zu Pol über den Zenith gehend, ist jener Halbkreis, welcher — wenn er zugleich den Frühlingspunct durchschneidet — alle jene Sterne enthält, deren Rectascension = 0 ist; ergänzt schneidet er die Himmelssphäre gleichfalls in zwei Hälften, deren eine östlich, die andere westlich genannt wird; der den Zenith durchschneidende Halbkreis wird der obere, der durch den Nadir gehende der untere Meridian genannt; dieser letz-

Digitized by Google

tere enthält somit die Sterne, deren Rectascension = 12 Uhr ist. Der Horizontalkreis des Beobachters ist senkrecht sowohl auf den Meridian als auch auf den Aequator, und geht ebenfalls durch die Pole: seine östliche Hälfte enthält die Sterne der 6., seine westliche jene der 18. Stunde. Erdmeridian und Horizont sind beweglich, und wir wissen, dass beide in 24 Stunden eine volle Umdrehung machen.

Stellen wir uns vor, dass die Erde ohne eigene Bewegung ist, also weder eine Rotation hat noch circulirt, und wir haben uns das Bild der in Folge der Sonnenanziehung gravitirenden Erde aufgestellt; die scheinbare Erdbewegung wird die wirkliche Sonnenbewegung, die Erde folgt der Sonne, ihren Aequator stets gegen diese gerichtet. Die erwähnten drei kleinen Erdkreise (Aequator, Meridian und Horizont) fallen wie natürlich mit den sie repräsentirenden drei grossen Himmelskreisen zusammen, und bewegt sich die Erde gar nicht, so ist ihre Coincidenz permanent: da aber die Sonne sich fortbewegt, so muss die Erde durch eine identische Bewegung ihre Richtung anzeigen.

Wir können demnach hier die drei Himmelskreise als unveränderlich betrachten und uns vorstellen, dass sie wie auch die Weltpole auf der Sphäre erkennbar sind; dass die Sterne in dieser Voraussetzung an ihrem Orte bleiben, dass die Configuration der Sternbilder sich nicht ändert, ist an sich deutlich; jede scheinbare Veränderung in ihrer Lage muss somit der Effect der Erdbewegung sein.

Nennen wir jenen Punct des Erdäquators, welcher mit dem Frühlingspuncte zusammenfällt, den *ersten* Erdpunct, so haben wir hiedurch vier identische Puncte aufgestellt: Sonne stets im Frühlingspunct, dieser im Puncte des Himmelsäquators, der wieder mit jenem der Erde coincidirt; es ist somit ganz gleich, welcher immer dieser vier Puncte in Bewegung ist, alle versetzen sich zugleich und auf dieselbe Art. Wir wählen den Erdpunct als den Repräsentanten der Sonnenbewegung; wir wissen überdies, dass so wie ein Punct der Erdoberfläche sich bewegt, so bewegen sich alle; in unserem Falle ist somit die Bewegung des Aequatorpunctes zugleich die Bewegung der Erdpole.

Circulirt die Erde, so hört die vorausgesetzte Permanenz der Coincidenz der vier Puncte oder der Kreise auf und findet nur wieder nach einer vollbrachten Erdrevolution statt; es ist somit die Revolutivperiode der Erde jene Zeit, welche zwischen zwei auf einander folgenden Coincidenzen verfliesst. Ohne diese Periode könnte man keinen Abschnitt in der permanenten Fortrückung der Erde wahrnehmen.

Digitized by Google

Bewegt sich die Erde von Ost nach West in einer geraden Linie, so entfernt sich ihr Meridiankreis von dem ihm entsprechenden Himmelskreis, die beiden Kreise bleiben aber parallel, wohingegen die Kreise des Aequators und des Horizonts noch immer coincidiren. Die Sterne des Himmelskreises sind scheinbar gegen Ost vorgerückt, ihre Rectascension hat zugenommen; die Halbkreise aber der 6. und der 18. Stunde sind an ihrer Stelle geblieben, was nicht sein kann, indem auch diese nothwendig sich von den correspondirenden Sternen in demselben Maasse entfernen müssen. In der That, bewegt sich der erste Punct mit seinem Meridian gegen West, so muss der kleine Horizontalkreis sich gleichfalls gegen West so bewegen, als hätte er sich auf der Axe der Pole gedreht. Die Folge dieser Drehung ist, dass die Sterne im Westen, welche früher unter dem Horizont lagen, sich nun erheben, die östlichen Horizontalsterne hingegen verschwinden. Dieses Phänomen führt den Beweis mit sich, dass eine geradlinige Bewegung nicht existirt, und dass, möge die Versetzung des ersten Punctes noch so gering sein, diese in einer Curve vorgeht. Es hat sich nämlich die Erdsphäre genau um so viel auf ihrer Axe gedreht, als der erste Punct im Bogen vorgerückt ist: aus dieser drehenden Bewegung der Erde folgt, dass die Sonne sich in einer Curve bewegt.

Gleichzeitig mit der Bewegung gegen West geht jene gegen Süd vor; bewegt sich der erste Punct (des Erdäquators) gegen Süd, so folgt ihm die Erdaxe mit ihren Polen; der Nordpol erhebt sich vom Horizont, der Südpol sinkt unter ihn: die nördlichen dem Pole nahen Horizontalsterne versinken, die südlichen erheben sich etc., und es scheint, als hätte sich die Erde auf einer Axe gegen Süd gedreht, welche in der Ebene ihres Aequators liegt. Diese Doppelbewegung des ersten Punctes und der Pole gegen West und Süd zugleich zeigt auf die doppelte Krümmung der Sonnenbahn. Die beständige Versetzung der Erde im Raume geht gleichförmig vor sich, die drei Kreise folgen der Doppelbewegung und versetzen sich nach zwei Richtungen zugleich. Aus diesem Umstande gehen die Details der Variationen der Sterne hervor.

Haben wir uns durch ein aufmerksames Studium dieser Erscheinung überzeugt, dass sie die Folge der Sonnenbewegung ist, so können wir die Bahn oder die von der Sonne beschriebene Figur annähernd auffinden, nicht aber die Richtung, in welcher ihre Bewegung vor sich geht, denn nebstdem, dass uns hier die Orientirung verlässt, schliesst diese Richtung eigentlich gesagt alle Richtungen in sich, d. h. die Sonne richtet sich — eben so wie die Erde — während einer ihrer Perioden gegen alle jene Puncte der Himmelssphäre, welche dem von ihr durchlaufenen Raume

Digitized by Google

entsprechen. Hieraus folgt aber unmittelbar, dass die Sonne auch nicht einen Moment in einer und derselben unveränderten Richtung sich bewegt, und somit ihre beständige gleiche Richtung gegen das Sternbild des Hercules oder einen bestimmten Punct desselben eine gehaltlose Supposition ist.

[20.] Setzen wir voraus, dass die jährliche Bewegung der Sonne durch den Bogen von 50″239 repräsentirt ist, so beträgt die jährliche Drehung des Erdsphäroids in der Richtung der Sonnenbewegung genau so viel: der erste Erdpunct wird sich somit in 25797 Jahren einmal umdrehen oder einen Kreis von 360° beschreiben. Wir haben gesehen, dass diese einmalige Umdrehung der Erdkugel während des Jahres im Sinne ihrer Rotation vorgeht; nehmen wir nun an, dass dieselbe Sphäre oder Kugel während des Jahres sich im conträren Sinne, also retrograd um 50″239 dreht, so ist es eben so viel, als würden wir annehmen, dass während dieser Zeit sie sich nicht volle 360°, sondern um den Bogen von 50″239 weniger gedreht hat. Dieses ist nun das Phänomen, welches man die Retrogradation der Axendrehung genannt hat, deren Betrag in Zeit 3″3492 ist; es ist aber ersichtlich, dass es dasselbe ist, wenn wir sagen, die Erde hat in ihrer Bahn während eines tropischen Jahres 360° — 50″239 beschrieben, sie muss daher, um ihre Periode zu vollenden, noch diesen Bogen durchlaufen, folglich ist die wahre Dauer ihrer Revolution die siderische Umlaufszeit.

Ist der Tagbogen der Erde aus dem tropischen Jahre = 3548″33, so ist dieser um 0″137 vermindert, ob man nun die Erde in dieser Zeit 360° — 50″239 oder während des Sideraljahres 360° beschreiben lässt; diese Zahl aber von 50″239 ist wie bekannt die jährliche Präcession. Will man nun die Supposition einer siderischen Umlaufszeit bis in ihre letzte Consequenz verfolgen, so wird 1. die tägliche Retrogradation der Axendrehung = 0″0092 und die Rotationsdauer um diese Zeit kürzer; 2. ist das Verhältniss zwischen der mittleren und der Sternzeit um dieselbe Fraction von 0″0092 vermindert, es wird anstatt 3′56″5554 nur 3′56″5462, und 3. ist das Verhältniss zwischen Bogen und Zeit (15 : 1) gleichfalls verändert, endlich wird 4. die Sonnenbewegung von jener der Erde getrennt, die Präcession eliminirt.

Wir sehen hieraus, dass diese höchst wichtige Frage der Astronomie durch die Sonnenbewegung ihre definitive Auflösung erhält; es wird deutlich, dass die Dauer der Rotation der mittlere Tag, die Dauer der Revolution das tropische Jahr ist; wir sehen aber auch zugleich, dass diese beiden Zeitquantitäten durch die Sonnenbewegung nicht geändert werden, wie dies auch Laplace erkannt hat, dass folglich keine Retrogradation der Axendrehung

Digitized by Google

da ist; dafür aber wird es klar, dass die Erdbewegung jene der Sonne in sich enthält; es wird begreiflich, dass die von der Sonnenbewegung unabhängige Rotation und Circulation der Erde ihr ursprüngliches Eigenthum sind und mit der Einwirkung der Attraction nichts gemein haben.

[21.] Nehmen wir an, dass die Sonne oder der Frühlingspunct sich in demselben Verhältniss jährlich gegen West versetzt, als ein Stern im Aequator seine Rectascension ändert, so ist diese Quantität = 40″; ist seine Versetzung gegen Süd gleich dem Maximum der Variation des Sternes in Declination, so ist diese = 20″2; da die beiden Bewegungen senkrecht auf einander vorgehen, so repräsentiren diese beiden Bogen die zwei Seiten eines Rechteckes, und die Länge der sie verbindenden Diagonale ist = 50″239, die bekannte Präcession. Betrachten wir diesen Bogen von 50″239 als ein Stück der Sonnenbahn, also ihre jährliche Vorrückung und nehmen an, dass ein Beschreiben von 360⁰ eine Revolution vorstellt, so ist die Sonnenperiode von 25797 Jahren. Diesen jährlichen Bogen der Sonne haben wir die Axe der jährlichen Erdspirale genannt, er ist von doppelter Krümmung. Der der kleinsten Seite des Dreieckes gegenüber liegende Winkel hat 23⁰5, woraus folgt, dass die Sonnenbahn zu dem idealen Himmelsäquator mit diesem Winkel geneigt ist. Die Sonne bewegt sich somit in einer ähnlichen Spirale wie die Erde, und die Bedeutung der 47 Grade tritt immer mehr hervor, denn wir sehen, dass dieser Winkel nahezu allen Gliedern des Systems angewiesen zu sein scheint.

Aus den bereits gefundenen Zahlen ergeben sich folgende Dimensionen der Sonnenspirale.

Den Bogen von 50″239 haben wir bei der Erdbahn im Linearmaass ausgedrückt = 144,622500 Meilen gefunden; dies wäre das jährliche Stück der Sonnenspirale, woraus ihre tägliche Bewegung von 0″137 mit 395963 Meilen hervorgeht. Wir finden somit:

Durchmesser des Spiralringes 487080 Millionen Meilen, oder die 47⁰ desselben gleich 12498 Erdweiten (Sonnenfernen).

Elongation der Spirale oder Axenlänge derselben während einer Revolutivperiode = 2,200600 Millionen Meilen oder = 56466 Erdweiten.

Entfernung der Sonne vom Anziehungspuncte 593770 Millionen Meilen = 15236 Erdweiten; diese Zahl gibt zugleich das Verhältniss zwischen den beiden Bahngrössen an; die Sonnenbahn ist nämlich 15236mal grösser als die Erdbahn.

Digitized by Google

Die Totalausdehnung der Spirale oder der von der Sonne während ihrer Periode durchlaufene Linearraum ist von 3,730800 Millionen Meilen = 95729 Erdweiten, hieraus folgt:

Die Eigengeschwindigkeit der Sonne 1·8796 Meilen in der Secunde, und ihre Führungsgeschwindigkeit 2·7033 Meilen; diese beiden geben die bereits gefundene Geschwindigkeit von 4·5829 Meilen als die Totalbewegung der Sonne in einer Zeitsecunde.

Wenn wir auch auf diese hier erschienenen Zahlen keinen besonderen Werth legen, so sind sie doch in enger Verbindung mit den Phänomenen, sie entfliessen aus genauen Beobachtungen und sind mit den Grundsätzen der Wissenschaft nicht im Widerspruch; Alles dies aber lässt sich von der Ansicht W. Herschel's über die Richtung der Sonnenbewegung nicht sagen.

[22.] Der Umstand, dass die Nachtgleichen unter einem Winkel von 23°5 vorrücken, war die eigentliche Veranlassung zu der Ansicht, nach welcher der Himmelsäquator sich auf der Ecliptik versetzt. Die Astronomen sind unanim der festen Ueberzeugung, dass dies in der That der Fall ist, denn nebstdem, dass sie dies in den Büchern und in den Schulen lehren, verzeichnen sie auf ihren Himmelskarten und Globen die Kreise, welche die Weltpole um die Pole der Ecliptik beschreiben sollen.

Erinnern wir uns, dass diese Ansicht von Copernik selbst ausging, und wie Laplace bemerkt: „sei sie ganz richtig, nur musste sie bewiesen werden." Als später Newton geglaubt hat, seine Attractionstheorie auf alle Himmelserscheinungen anwenden zu sollen, erklärte er das Phänomen der Präcession für eine Perturbation in Folge der Einwirkung der Separatanziehungen der Sonne, des Mondes und der Planeten auf den erhöhten Theil des Erdäquators. Nun musste die Erdrotation rückgängig gemacht werden; wie man dies bewerkstelligt und wie D'Alembert den Beweis dazu geliefert hat, haben wir gesehen. Die Realität der Sache war somit evident, und um so weniger konnte ein Astronom den geringsten Zweifel dagegen erheben, als mit der Gravitationstheorie zugleich die mathematische Analyse als eine unwiderstehliche Macht auftrat, welche sich das ausschliessliche Recht der Beweisführung und damit die Sanctionirung der Gesetze vorbehielt.

Alles dieses bezieht sich aber auf die fixe Sonne, mit welcher die invariable, gleichfalls fixe Ebene der Ecliptik als verträglich erscheint. Ist die Theorie bis hieher nur abenteuerlich, so zeigt sie sich durch die Sonnenbewegung als widernatürlich, und wenn die heutigen Astronomen, die uns lehren, dass die Sonne stets in der Ecliptik ist, also diese nie verlässt, die Richtung ihrer Bewegung und ihre Geschwindigkeit bestimmen, zu gleicher Zeit aber

Digitized by Google

ihre Ecliptik auf ihrer Stelle als fix belassen, so ist dies etwas — Namenloses.

Die Ecliptik – einmal als ein effectiver Kreis betrachtet — ist eben so wie der Aequator, wie die Stunden und Parallelkreise, wie Axen und Pole etc. eine Projection der Erdbewegung, ohne welche von allen diesen Dingen auf der Himmelssphäre nichts existirt. Hat man dies als eine Thatsache erkannt, so muss man auch erkennen, dass mit der Versetzung der Erde im Raume alle ihre Projectionen sich auf den Himmel entsprechend mitversetzen: dass somit alle Kreise, Axen und Pole mobil sind. Gibt es nun keinen Astronomen mehr, der daran zweifelt, dass die Sonne ihr System mit sich führt, so sollte es auch keinen mehr geben, der auf der Himmelssphäre fixe Puncte, Ebenen und geschlossene Curven sich einbildet oder gar sucht.

Mit der fixen Sonne gibt es eben so wenig eine Präcession als es zwei verschiedene Revolutionen der Erde gibt. Ueber die leidige Frage der siderischen Umlaufszeit müssen unsere Leser endlich im Klaren sein. Erinnern wir uns, dass man damit anfing, sich vorzustellen, dass die Revolution eines Weltkörpers im Beschreiben eines Himmelskreises besteht und dass eine Periode das Zurücktreten zu demselben Stern ist.

Nun sagte man, die periodische Wiederkehr der Sonne in den Frühlingspunct ist das tropische, ihre Wiederkehr zu demselben Stern das siderische Jahr: da der Unterschied zwischen beiden $= 20'22''9$ in Zeit ist, so ist das tropische Jahr darum kürzer, weil die Nachtgleichenpuncte vorrücken. Es wird somit vorausgesetzt, dass diese Differenz zwischen den beiden Jahren constant ist, was den Phänomenen widerspricht; bleibt die Dauer des einen Jahres constant, so ist jene des andern ab- oder zunehmend. Es hat sich erwiesen, dass die Sonne nach einer siderischen Umlaufszeit nicht zu demselben Stern zurückkehrt, denn jener Stern der zu Hipparch's Zeit mit der Sonne zusammenfiel, ist heute schon 30^0 vom Frühlingspuncte entfernt, folglich ist das Sideraljahr seit jener Zeit um einen Monat grösser geworden, während das tropische sich unverändert erhalten hat. Der Satz, „die Sonne oder die Erde kehrt nach einer vollbrachten Revolution zu demselben Stern zurück" ist somit ein falscher Satz. Die siderische Umlaufszeit ist eine theoretische Composition, sie ist die Dauer einer Revolutivperiode der Erde, vergrössert mit der Präcession.

Diese eingebildete Umlaufszeit ist aber mit der Wissenschaft selbst im Widerspruch; die practische Astronomie kann sie zu nichts brauchen, denn ihre Jahre sind die tropischen und ihre Rectascensionen beginnen mit dem Frühlingspuncte; es stellt sich auch später heraus, dass die Theorie die siderischen Umlaufszeiten

Digitized by Google

nur erfunden hat, um mit ihnen nach dem dritten Gesetz Kepler's die Planetenentfernungen von der Sonne commode berechnen zu können.

Wenn demnach ein Astronom in seinem Buche lehrt, dass die wahre unveränderliche Umlaufszeit der Erde „um die Sonne" die siderische ist, so weiss er nicht was er sagt. Das siderische Jahr soll die Sonne zu demselben Stern zurückführen und so die Wirkung der Präcession aufheben; der Zweck ist derselbe, den man durch die Retrogradation der Axendrehung erreicht, aber weder das eine noch das andere Mittel kann die Präcession hindern, welche eine rationelle Theorie „die jährliche Bewegung der Sonne" nennen wird.

Setzen wir den Fall, die practische Astronomie würde die Rectascensionen permanent von demselben Stern — im Aequator z. B. — aus zählen und fragen, würden die auf diese Art von der Präcession unabhängig gemachten Rectascensionen auch unverändert dieselben bleiben? Durchaus nicht, denn die Rectascension der Sterne ist die Zeit ihres Meridiandurchganges, und da — wie wir gesehen haben — der Meridian mit der Erde und ihrer Axe sich zugleich im Raume versetzt, folglich seine relative Lage gegen den gestirnten Himmel ändert, so folgen hieraus zwei unausweichliche Phänomene; die Sterne ändern ihre Rectascension und Declination zugleich und beständig, und die Aenderung ist für einen jeden Stern eine andere; hieraus ist aber ersichtlich, dass der Ausdruck „allgemeine Präcession," wenn man diese mit einer constanten Zahl in Verbindung setzt, keinen Sinn hat.

Wenn somit die Theorie die Folgen der Sonnenbewegung nicht begreift, so steht es ihr frei, sich nach Belieben Phänomene einzubilden, die Wissenschaft aber, die practische Astronomie ist „genöthigt," ihre Wirkungen zu erkennen, sie muss diesen folgen, aus ihnen ihre Erfahrung schöpfen. Aus diesen Bemerkungen wird es dem Leser deutlich, dass die Grundlage der Wissenschaft nicht dieses oder jenes System ist, sondern einzig und allein nur die unabänderlichen Himmelserscheinungen sein können. Das System von Copernik aber ist die unschuldige Grundlage geworden, jener unnützen Theorien, welche nur falsche Begriffe verbreiten und da sind, um den Gedanken Schranken zu setzen, um die Entwicklung der Kenntnisse zu hemmen.

Wir haben einer sprachlichen Orientirung wegen einen idealen Aequator und Pole als unveränderlich uns auf der Himmelssphäre vorgestellt. Bewegt sich die Erde oder die Sonne in der südlichen Hemisphäre und bei einer Neigung von $23^0 5$ gegen diesen Aequator, ist der Durchmesser ihres Spiralringes 47^0, so erscheint ihre Bewegung — analog mit jener der Erde — als

Digitized by Google

würde sich ihre Spirale um eine Axe winden, welche mit dem idealen Aequator parallel ist. In diesem Falle ist ihre grösste Ausweichung gegen Süd $23^{0}5$ und nach vollbrachter halben Revolution fällt die Sonnenbahn mit dem — ursprünglichen — Aequator zusammen, um die andere Hälfte ihrer Spirale in der nördlichen Hemisphäre zu beschreiben, wo ihre grösste Elongation abermals die Grenze von $23^{0}5$ erreicht. Indem nun die Erde diese Sonnenspirale mit beschreibt, so ist es ersichtlich, dass ihre Pole sich in den Grenzen von 47^{0} auf die Himmelssphäre projiciren. Dieses Phänomen aber zeigt uns, dass nicht die Himmelspole um die Pole der Ecliptik kreisen, sondern dass der projicirte Erdpol sich um unseren idealen Weltpol herum zu versetzen scheint.

Die Ansicht, dass nach einer Revolutivperiode der Sonne, derselbe Stern wieder Polarstern wird, beruht offenbar auf der Meinung, dass die Revolution eines Weltkörpers in einer geschlossenen Curve vorgeht; die Theorie kann sich nämlich von der Idee nicht losmachen, dass das Durchlaufen oder das Beschreiben von angebbaren 360^{0} zugleich das Beschreiben eines ebenen Kreises ist, sie kann sich eine Circulation nicht anders vorstellen, als „um den Mittelpunct“ des anziehenden Körpers und zwar in einer einfachen Curve, denn zu der Idee einer ununterbrochenen allgemeinen Versetzung der Weltkörper im Raume hat sie sich noch nicht erhoben. Dies ist der Grund, warum sie alle periodischen Erscheinungen für ein Zurückkehren zu dem früheren Zustand, zu derselben Position haltet.

Durch die auf einander folgenden Spiralen der Sonne projicirt sich der Erdpol stets auf andere Puncte des Himmels, und es entstehen hiedurch fortgesetzte Schlingungen, ähnlich jenen, welche die Sterne in Folge der Erdbewegung manifestiren.

Um die beständige Fortrückung der Sonne im Raume, ihrer Richtung nach anzugeben, sind die bisherigen Beobachtungen nicht hinlänglich, auch fehlt die nöthige Orientirung gänzlich; wollte man die Lage einer Sonnenspirale bezeichnen, so müsste man die Richtung ihrer Axe kennen, d. h. man müsste bereits den Weltkörper kennen, dessen Anziehung die Sonne folgt, denn die Spiralaxe der Sonne ist die Bahn des anziehenden Körpers. Es ist wohl ersichtlich, dass diese Art Betrachtungen kaum fortgesetzt werden können, so wie auch die virtuelle Richtung der Sonnenbewegung bei dem gegenwärtigen Zustande der Astronomie, nicht zu verfolgen ist. Man ist ja noch nicht einmal darüber im Klaren, ob die Sonne einem einzelnen Körper folgt, oder ob sie — wie Laplace bemerkt — einer Gruppe von Sternen zugehört? Dass dieser letztere Fall die Newton'schen Attractionsideen nicht

Digitized by Google

nur modificiren, sondern auch gänzlich umstossen würde, ist an sich deutlich.

[23.] Die Theorie sagt, die scheinbare Bewegung der Sterne besteht aus ihrer wirklichen Eigenbewegung und aus jener der Sonne. Kennt man die Eine, so ist die Andere bekannt. Die Astronomen der Neuzeit haben das Mittel gefunden, die Eigenbewegung sehr vieler Sterne, aus den kaum hundertjährigen und überaus schwierigen, daher auch problematischen Beobachtungen genau herauszurechnen; sie sind somit im Stande auch die Sonnenbewegung zu bestimmen. Unter andern hat Dr. J. H. Mädler die Lage, Umlaufszeit, Geschwindigkeit und Richtung der Sonne, aus seiner Centralgruppe etc. abgeleitet und bestimmt. Arago bemerkt, „dass die Theorie des Astronomen von Dorpat unter den Beobachtern nicht viele Proselyten gemacht hat;“ es steht aber jedem gelehrten Astronomen frei, sich so viele Centralpuncte, Centralsonnen und Centralgruppen einzubilden, als es ihm gefällig ist; warum soll am Ende nicht ein Stück des Universums um den Schwerpunct des Alcyon kreisen?

Wir haben nur einige hervorspringende Sätze dieser sogenannten Theorie zu betrachten.

a) „Die scheinbare Bewegung des Alcyon von der Sonne aus gesehen ist die wahre Bewegung der Sonne, vom Alcyon aus gesehen.“

Dieser Satz gründet sich darauf, dass die scheinbare Bewegung der Sonne die wirkliche Bewegung der Erde ist, und wir haben gesehen, wie viel Unheil dieser Satz gestiftet hat. Es scheint aber, dass die wahre Bewegung der Sterne gleichfalls die wahre Bewegung der Sonne ist.

Der Himmel und sein Inhalt werden, nach einem schon uralten — einstimmigen — Gebrauch der Astronomen, gewöhnlich von der Erde aus beobachtet. Versetzt sich der Beobachter in den Mittelpunct der ruhenden Sonne, so kann er die Fixsterne sehr genau beobachten, indem er dort weder von der Aberration, noch von der Nutation incommodirt wird; dafür aber kann er ihre jährliche Parallaxe nicht auffinden. Von dem Alcyon aus kann man die Sonne viel genauer als von der Erde beobachten, um aber hinzukommen, müsste man sich auf einen Lichtstrahl setzen, der die Reise schon in 573 Jahren vollendet. Will der Beobachter seine Mutter Erde nicht verlassen, so setzt er sich der Unannehmlichkeit aus, ihre Bewegung studieren zu müssen, wenn er nämlich das, was er beobachtet, auch begreifen will? Hat man jedoch erkannt, dass das System des Copernik „das einzig wahre und mögliche System ist,“ so hat man zwei bedeutende — uns schon bekannte — Vortheile errungen; erstens weiss man schon Alles,

Digitized by Google

nnd dann ist es gar nicht nothwendig die Himmelsphänomene zu kennen, um ihre Ursachen anzugeben und auch mit Ziffern scharf zu beweisen.

Vom Sonnenmittelpunct aus beobachtet, hat somit Alcyon keine Eigenbewegung, sondern spiegelt nur jene der Sonne ab, woraus folgt, dass die wahre Sonnenbewegung vom Alcyon aus gesehen 5″82 in einem Jahrhundert ist; indem diese Zahl das Mittel vorstellt, aus der „Eigenbewegung" der 15 Sterne der Plejadencentralgruppe, so ist die Umlaufszeit der Sonne von 22·5 Millionen Jahren.

Da aber jeder Stern, sei er in oder ausser der Centralgruppe, die Sonnenbewegung abspiegelt, so hat die Sonne so viele seculäre Bewegungen und Umlaufszeiten als es Sterne gibt. Will aber diese Theorie die Sonne auf die 15 Sterne des „allgemeinen Schwerpunctes" beschränken, so hat die Sonne nur 15 verschiedene Umlaufszeiten zwischen 3″9 und 9″9 seculärer Bewegung, also in den Grenzen von 13 bis 33 Millionen Jahren.

b) „Indem der Stern 61 Cygni, den wir unter allen Fix-„sternen am genauesten kennen, mit der Sonne und Alcyon ein „nahezu gleichschenkliges Dreieck bildet, dessen Spitze im Cen-„tralpuncte liegt, so kann man hieraus schliessen, dass er von „diesem Puncte, so weit als die Sonne absteht und sich somit eben „so schnell wie *unsere* Sonne im Raume fortbewegt. Die wahre „Eigenbewegung des 61 Cygni ist jährlich 4″067, wenn nun diese „wahre Eigenbewegung des Fixsternes die abgespiegelte Sonnen-bewegung ist, so folgt hieraus die wahre Umlaufszeit der Sonne von 318600 Jahren. Wir sehen somit, dass die Sonne mit der abgespiegelten Eigenbewegung des Alcyon allein nicht zufrieden ist, sondern auch die wahre Eigenbewegung des 61 Cygni sich zueignet. „Die Parallaxe dieses Sternes aber ist im Mittel aus den „genauesten Untersuchungen 0″364, und so beträgt seine Fort-„rückung im Weltraume 4″067 : 0″364 = 11·17 Erdweiten."

Alle diese Fortrückungen gehen in einer geraden Linie vor.

„Unsere Sonne und 61 Cygni stehen nun sehr nahe in gleicher „Entfernung von dem allgemeinen Schwerpuncte, darum drückt „auch die Zahl 11·17 nahezu die Bewegung unserer Sonne aus, „was auf $7^1/_3$ deutsche Meilen in der Secunde führt; fast genau „die Geschwindigkeit des innersten Planeten in seiner Sonnen-„nähe etc."

„Unsere" Sonne! Wenn wir keine andere als die einzige uns Licht und Wärme spendende Sonne kennen, so folgt hieraus noch nicht, dass diese auch unser ausschliessliches Eigenthum ist; die kitzliche Frage von Mein und Dein aufzuwerfen ist eben nicht klug, denn sie kann uns mit den Bewohnern der übrigen Planeten,

Digitized by Google

Monden und Cometen in blutige Kriege verwickeln, deren genau berechnetes Endresultat problematisch ist.

Gibt der Alcyon die Angularbewegung der Sonne, so kann er eben so gut seine Lineargeschwindigkeit geben. Nach derselben genauen Rechnungsmethode gibt die Parallaxe des Alcyon von 0″05685 durch seine Winkelversetzung getheilt 1·02375 Erdweiten, demnach eine Geschwindigkeit der Sonne von 1·26 Meilen per Secunde.

Vielleicht erschien dem gelehrten Autor diese Sonnengeschwindigkeit als zu gering und er hat vorgezogen, sich an die wahre Eigenbewegung des 61 Cygni zu wenden, der mit der Sonne ein gleichschenkliges Dreieck bildet, daher von dem Alcyon eben so weit als die Sonne entfernt ist.

Vom Alcyon aus gesehen, können viele Millionen Sterne ein gleichschenkliges Dreieck mit der auch für ihn ruhenden Sonne bilden, so wie jedes Sternpaar, unter welch immer einem Winkel gesehen, ein gleichschenkliges Dreieck bildet, dessen Spitze in unserem Auge liegt. Folgt hieraus, dass alle diese Sterne von unserem Auge gleichweit entfernt sind und dieselbe Umlaufszeit haben? Die Argumentation des gelehrten Autors gründet sich nicht auf die Wissenschaft, sie ist das Werk seiner lebhaften Imagination, denn bis heute kennt die Astronomie noch kein Mittel, die wahre Entfernung zweier Sterne von einander zu — bestimmen.

Nach Arago ist die Eigengeschwindigkeit des Arcturus 21·46 und des 61 Cygni 17·9 Meilen in der Secunde; Arago sagt ferner (II. p. 32): „Struve hat berechnet, dass ein Beobachter in der „Entfernung der Sterne zweiter Grösse die Sonne mit einer jährlichen Winkelgeschwindigkeit von 0″34 sich bewegen sehen „würde und Peters fand, dass die Parallaxe von 0″209 dieser „Sternentfernung entspricht. Aus diesen Zahlen geht hervor, dass „die absolute Geschwindigkeit der Sonne, begleitet von ihrem Gefolge, den Planeten, und gegen die Constellation des Hercules „durch den Raum sich wälzend, zwei Meilen in der Secunde ist.“

Herschel setzt diese Geschwindigkeit auf 4 Meilen und Laplace sagt, dass sie nicht geringer sein kann, als jene der Erde in ihrer Bahn, was nach der Theorie 7·6 Meilen in der Secunde ist. Wenn somit die Sonne nach der neuesten und genauesten Bestimmung die theoretische Geschwindigkeit des Mercur von 12·2 Meilen per Secunde hat, so kann man wohl fragen, was wird in diesem Falle aus der absoluten Erdgeschwindigkeit, und welche Figur wird ihre Bahn haben?

Peters Parallaxe von 0″209, also die Ferne, in welcher 76 Mill. Meilen Länge sich unter diesem Winkel zeigen, ist, wie bekannt, die Zahl 206264·8 getheilt durch 0″209, also nahe 10 Millionen

Digitized by Google

Erdweiten. Würde Struve glauben können, dass die Sonne, von der Erde aus gesehen, sich mit einer jährlichen Winkelgeschwindigkeit von 50″239 versetzt, so würde er ganz genau herausgerechnet haben, dass 50″239 dividirt durch 0″34 nicht mehr als 147·7 Erdweiten gibt, woraus die Wahrscheinlichkeit hervorgeht, dass für einen Stern zweiter Grösse die Sonne gar keine jährliche Bewegung hat.

Bei der Frage der Erdbewegung und Figur derselben mit der Sonnengeschwindigkeit wird es wohl deutlich, wie nützlich es ist, die Sonne in Bezug auf die Erde als ruhend zu betrachten, denn auf diese Art kann sie — die Erde — unbekümmert um den Sonnenlauf und ganz bequem sich mit ihrer gewohnten Geschwindigkeit in ihrer geschlossenen Ellipse nach dem Flächengesetz bewegen.

[24.] Der gelehrte Autor hat somit die Umlaufszeit der Sonne vom Alcyon, ihre absolute Bewegung, wie auch ihren Abstand vom Centralpuncte aus 61 Cygni abgeleitet und zugleich den neuen Satz aufgestellt, dass sowohl die scheinbare als auch die wirkliche „wahre“ Bewegung der Sterne, die wahre Eigenbewegung der Sonne ist.

Es liegt nicht in unserer Absicht die Confusion zu verwirren, aber der gelehrte Autor sagt ausdrücklich, dass die „Eigenbewegung“ des Alcyon 4″7 und im Mittel 5″82 im Jahrhundert ist. Dann sagt er (p. 450), dass „von der Sonne aus gesehen, die scheinbare Bewegung des Alcyon, d. h. die *wahre unserer* Sonne vom Alcyon aus gesehen 5″82 im Jahrhundert ist.“ Aus dieser Darstellung folgt aber unmittelbar, dass die wahre Eigenbewegung des Alcyon von der Sonne aus gesehen sich in ihre scheinbare Bewegung verwandelt. Ferner sagt der gelehrte Autor (p. 461), dass die wahre Eigenbewegung des 61 Cygni jährlich 4″067 ist und dieser Stern sich eben so schnell als „unsere Sonne“ im Raume fortbewegt.

Folglich bewegt sich die Sonne vom Alcyon aus gesehen 5″82 im Jahrhundert und von 61 Cygni gesehen 406″7; woraus folgt, dass ihre Winkelgeschwindigkeit gleich jener des Alcyon, ihre absolute Geschwindigkeit aber gleich jener des 61 Cygni ist. Was ist nun, fragen wir, der Unterschied zwischen scheinbarer und wahrer Bewegung, zwischen Projection und Realität? Spiegelt Alcyon die Sonnenbewegung ab, so ist die Sonne fix; ist von der Sonne aus gesehen die wahre Bewegung des Alcyon 5″82, so ist sie ebenfalls fix; bewegen sie sich aber beide auf dieselbe Art mit derselben Quantität, so wird sich keiner der beiden Körper — von dem anderen gesehen — bewegen und es ist eben so viel als würden sie beide fix sein.

Digitized by Google

„Nachdem Alcyon — sagt der gelehrte Autor — das all-„gemeine Bewegungscentrum ist für all die Millionen Sonnen mit „Inbegriff ihrer eigenen Systeme bis zu den entferntesten Regionen „der Milchstrasse hin, so circulirt die Sonne ganz natürlich sammt „61 Cygni um Alcyon's Mittelpunct; in Folge der im Schwer-„puncte vereinigten Wirkung der ganzen Summe von leuchtenden „und dunklen — also sichtbaren und unsichtbaren — Massen, die „innerhalb einer mit dem radius vector der Sonne um den Schwer-„punct beschriebenen Kugel stehen. Die Summe dieser Massen ist „die 118 millionenfache Sonnenmasse. In der Region, in welcher „sich sämmtliche auf die Bewegung *unserer* Sonne wirksamen „Massen befinden müssen, sind höchstens zwei Millionen Sterne“ etc. Hieraus ist ersichtlich, dass jede dieser „nicht unserer“ Sonnen im Durchschnitt oder Mittel 59 mal schwerer als *unsere* Sonne ist: in dieser Menge sind aber nicht so überaus grosse Körper anzunehmen, darum meint der gelehrte Autor, dass viele unsichtbare, bereits ausgelöschte Sonnen in der Region sein müssen. Sind nun 116 Millionen solcher lichtlosen Sonnen in der Region, so wiegen sie im „Mittel“ und einzeln genommen genau so viel als „unsere Sonne,“ deren Masse, wie wir gesehen haben, so genau gekannt ist, als hätte man sie abgewogen. Sind aber unter den unsichtbaren Massen dem Mercur oder gar den kleinen Planeten zwischen Mars und Jupiter gleiche, so werden aus den Millionen alsogleich Billionen, ja auch Trillionen auf unsere Sonne einwirkende Massen. Dass sich die Anziehungen aller dieser Trillionen von unsichtbaren Massen blos aus dem Grunde in dem Schwerpunct des Alcyon vereinigen, um auf „unsere Sonne“ einzuwirken, davon hat sich der gelehrte Autor vollkommen überzeugt. Wie aber die Sonne dieser furchtbaren Macht entgeht, um sich trotz ihrer Einwirkung gegen den Hercules zu bewegen? das ist keine kleine Aufgabe.

Man kann sich lebhaft das Erstaunen Galilei's vorstellen, wenn er es erfährt, wie weit es die heutigen Astronomen gebracht haben?

[25.] Die Länge des radius vector, mit welcher die Sonne die Kugel um Alcyon beschreibt ist bekannt. Nach den genauesten Bestimmungen braucht das Licht, um vom Alcyon bis auf die Sonne zu gelangen „im Mittel“ 573 Jahre; die wahre Entfernung des allgemeinen Schwerpunctes von der Erde ist somit leicht zu berechnen, man hat nämlich nur eine kleine Correction von $\pm$ 8 Lichtminuten anzubringen, je nachdem die Erde sich in ihrem Apoalcyon oder Perialcyon befindet.

Das durch 61 Cygni Sonne und Alcyon gebildete gleichschenklige Dreieck ist ebenfalls bekannt, wenn man weiss, dass nach der allergenauesten Bestimmung 61 Cygni von der Sonne

Digitized by Google

„im Mittel“ 9·25 Lichtjahre entfernt ist, „höchstens ein halbes Jahr kann als Unsicherheit des Resultates bezeichnet werden.“ Aus diesen Bestimmungen folgt, dass von der Spitze des Dreieckes, also vom Mittelpuncte des allgemeinen Schwerpunctes vom Alcyoncentrum aus gesehen, die Sonne von 61 Cygni unter einem Winkel von 55'3 absteht, folglich eine Declination von $38^{0}5$ hat. Da nun die Constellation von Hercules eben so wie das gleichschenklige Dreieck um den allgemeinen Schwerpunct circulirt, so scheint es, dass die Sonne sich nicht gegen den gewissen Punct derselben richtet. Diesem Uebelstand ist jedoch leicht dadurch abzuhelfen, dass man der Sonne einen variablen radius vector zuschreibt; durch dieses Mittel kann die Sonne dann zugleich um Alcyon circuliren und gegen Hercules in gerader Linie marschiren.

Der gelehrte Autor bemerkt mit vielem Scharfsinn, „dass „unsere Sonne höchst wahrscheinlich in einer sternarmen Gegend „liegt und nur dem allgemeinen Verbande angehört, ohne sich mit „anderen Sternen zu einer Gruppe, oder speciell zu einem Binar-„system vereinigt zu haben.“ (p. 450.)

Dass unsere Sonne zu der Centralgruppe des Alcyon gehört und von seinem Schwerpunct angezogen, in der Gesellschaft des 61 Cygni um den allgemeinen Schwerpunct circulirt, das kommt erst Seite 462 vor, so wie auch, dass „unsere Sonne,“ vom Alcyon aus gesehen in dem Sternbild des Schwanes, also in einer sternreichen Gegend liegt.

Von der Erde aus gesehen, scheint die Sonne sich im Mittelpuncte der sichtbaren Himmelssphäre zu befinden, welche, wie bekannt, von allen Seiten mit Sternen übersäet ist; man muss aber doch gestehen, dass dieser Ort, den „unsere Sonne“ einnimmt, besonders beim Tage sehr sternleer ist, und genaue nähere Bestimmungen könnten uns den Beweis liefern, dass sie eigentlich in einem der Kohlensäcke steckt.

Stellt man sich vor, dass die Sonne in der Mitte des Raumes, welchen das Firmament scheinbar einschliesst, also im Mittelpuncte der Aequatorsebene sich befindet, so wird sie sich für jeden Stern diesem diametral entgegen, also 180^{0} abstehend, auf die Himmelssphäre projiciren, dass sie sich somit zu gleicher Zeit in allen möglichen Gegenden — reichen und armen — befindet. Die Sterne im Aequator z. B. sehen die Sonne im Aequator, nur ist die Differenz ihrer Rectascension 12 Stunden; von dem einen Pole aus gesehen ist die Sonne im andern Pol. Im Allgemeinen wird für einen jeden Stern die Rectascension der Sonne $\pm$ 180^{0}, ihre Declination aber gleich — mit conträrem Zeichen — jener des Sternes sein. So wird die Sonne vom Alcyon aus gesehen sich beiläufig auf das Sternbild der Wage projiciren, und von einem

Digitized by Google

Stern aus geschen, dessen Rectascension = 234°38 und Declination = —23°38′ ist, wird die Sonne sich mitten in der Plejadengruppe, also in der sternreichsten Gegend des Himmels befinden, ja es ist möglich, dass sie sich mit dem Alcyon vereinigt, um mit ihm einen Doppelstern zu bilden.

Bewegen sich Sonne und 61 Cygni mit derselben Geschwindigkeit in ihrer Bahn, sind sie vom Alcyon gleichweit abstehend, so ist ihre Umlaufszeit dieselbe. Ob nun die Sonne die Umlaufszeit des 61 Cygni von 318600 Jahren nachahmt, oder umgekehrt, 61 Cygni die Umlaufszeit der Sonne von 22·5 Millionen Jahren für seine Rechnung acceptirt, ist eine Nebensache, denn es ist hinlänglich zu wissen, dass die eine bei 70mal grösser als die andere ist. Um jedoch dem gleichschenkeligen Dreieck kein Unrecht zuzufügen, bleiben wir dabei, dass die Sonne sich von 61 Cygni nicht trennt und dass beide in Compagnie und gleichen Schrittes ihre gleich grossen geschlossenen Kreise um den Mittelpunct des allgemeinen Schwerpunctes beschreiben.

Sind Umlaufszeiten und absolute Geschwindigkeiten bekannt, so ist auch die Bahngrösse gegeben, und um die Entfernung des circulirenden Körpers vom Anziehungspuncte zu bestimmen, ist das dritte Gesetz Kepler's nicht mehr nothwendig, denn diese ist nach dem System von Copernik der Halbmesser seiner Bahn.

Dieser Bahnhalbmesser des 61 Cygni und der Sonne ist aber genau „im Mittel“ 318600 × 12·2 × 31556929 : 6·2831854 = 1952640 Millionen Meilen, woraus folgt, dass das Licht des Alcyon 25696000 Zeitsecunden braucht, um sowohl bis 61 Cygni, als auch auf die Sonne zu gelangen, was 0·81417 Jahre oder 297 Tage 8·64 Stunden ausmacht.

Aus dem Umstande, dass die Sonne vom Alcyon 704 mal weiter entfernt ist, als die Länge seines radius vector beträgt, scheint hervorzugehen, dass in diesem Falle das Licht vergessen hat, mit seiner gewohnten Geschwindigkeit zu laufen, und anstatt 76000 Meilen in der Secunde sich mit 108 begnügt.

Der Leser wird bemerken, dass die hier erschienenen Zahlen gegen einander feindlich gesinnt sind.

[26.] Der gelehrte Autor sagt (p. 450): „Die Bahn unserer „Sonne hat eine Neigung gegen die *jetzige* Ebene der Erdbahn von „84°0′: ihr aufsteigender Knoten auf derselben liegt in 236°58′ „der Länge, und es werden beiläufig 200000 Jahre verfliessen, „bevor die Sonne diesen Punct erreicht.“

Diese wenigen Worte enthalten viele Dinge und geben über manche, bis jetzt unbekannte Eigenschaften der Bewegung einen befriedigenden Aufschluss.

Vor Allem ist die angenehme Perspective eröffnet, dass die Erdbahn in der Zukunft eine neue Ebene erhalten wird; in der That ist dies ein allgemein empfundenes Bedürfniss, denn ihre *jetzige* Ebene ist schon etwas zu stark abgenützt. Dann folgt die definitive Bestimmung, dass die Sonne sich dennoch in der Ecliptikebene bewegt, und somit nicht in der Gesellschaft des 61 Cygni um den Alcyon kreiset; dies wird daraus klar, dass ihr aufsteigender Knoten in der jetzigen Ebene der Erdbahn um 200000 Jahre voraus ist; dass aber die Sonne ihren Knoten nicht verlassen kann, das ist selbstverständlich. Glücklicherweise ist die absolute Geschwindigkeit der Sonne 12·2 Meilen in der Secunde, sie kann somit die Erdbahn in 232·3 Tagen durchlaufen und dabei die Erde überspringen.

Verwendet aber die Sonne 22·5 Millionen Jahre, um den Umfang der *jetzigen* Erdbahnebene zu durchlaufen, so läuft sie gar nicht, denn sie macht in 24 Stunden nicht einmal den Weg von 120 Metres, oder jede Stunde beiläufig sechs Schritte, eine Schnecke kann sie überholen. Ist aber die Sonnenbahn auf die Richtung ihrer Bewegung in der Erdbahnebene $84^0 0'$ geneigt, so wird die Sonne ihren Knoten in aller Ewigkeit nicht einholen, denn die beiden Dinge laufen — auseinander.

Aus dem Umstande, dass die Sonnenbahn zur Erdbahn 84^0 geneigt ist, folgt, dass die beiden Körper, Sonne und Erde, in zwei Richtungen sich bewegen, die auf einander nahe senkrecht sind. Beobachtung und Theorie sind somit durch diese neue Entdeckung zu Schanden gemacht, dafür aber zeigt sich hier die Nothwendigkeit der fixen Ebene, des bewussten, an dem Sonnenmittelpunct befestigten eisernen Fassreifes, denn sonst könnte die gegen Ost sich bewegende Erde nicht von der Sonne im Weltraume gegen Nord oder Süd mitgeschleppt werden.

Dass die Sonne sich gegen Norden richtet, ist schon früher ausgemacht worden. Hat ihre Bahn gegen die Ecliptik eine Neigung von 84^0, so ist sie gegen die Axe der Ecliptik 6^0 geneigt. Nun wäre es wünschenswerth zu wissen, wie diese Neigung selbst gerichtet ist? Ist sie links, rechts, geradeaus oder rückwärts zur Axe geneigt? Die Sonnenbahn, für viele Tausend Jahre eine gerade Linie, kann sich nämlich gegen alle Puncte der Peripherie eines Kreises richten, der mit dem Halbmesser von 6 Graden um den Pol der Ecliptik beschrieben ist. Sei es aber wie es wolle, so ist die Poldistanz der Sonnenbahnrichtung $= 23^05 \pm 6^0$, das heisst sie kann das Maximum der Declination von 72^05 und das Minimum von 60^05 haben, woraus abermals hervorgeht, dass die Sonne nicht gegen den Herculespunct, sondern gegen Sterne sich richtet, deren Declination nicht geringer als 60^05 sein kann. Es

Digitized by Google

folgt aber hieraus noch, dass die Sonne nicht um den Alcyon herum kreiset, sondern schnurstracks gegen Norden eilt.

Es scheint uns, als hätten die Astronomen allgemein und einstimmig angenommen, dass Sonne und Planeten sich in derselben Richtung bewegen, denn man kann dies in jedem Buch lesen, ja selbst Kepler hat schon die Neigung der Planeten gegen die Sonne erkannt; später haben Cassini, nach ihm viele Astronomen und auch Laplace diese Ansicht dadurch bestätigt, dass sie durch die Planeten Epicycloiden beschreiben liessen, worin wieder der Beweis liegt, dass sie die Sonnenbahn selbst während der kurzen Periode eines Erdjahres als eine gekrümmte Linie betrachtet haben; wenn demnach der citirte gelehrte Autor die Sonne in einer andern Richtung gehen macht, so ist dies eine Neuerung, welche den orthodoxen Astronomen als eine Heresie erscheinen muss.

Das Hauptcuriosum aber unter den genauen Bestimmungen des gelehrten Autors ist die Art und Weise, wie die Sonnenkugel selbst sich fortbewegt. Die Theorie hat nämlich nach den Beobachtungen gefunden, dass der Sonnenäquator zu der Ebene der Ecliptik, folglich auch ihre Rotationsaxe zur Axe der Ecliptik $7^{0}5$ geneigt ist. Hieraus folgt nun, dass nach der neuesten Bestimmung Rotation und Translation der Sonne auf einander senkrecht vorgehen, und dass die Sonne in der Richtung ihrer Rotationsaxe mit ihrem Pole in ihrer Bahn vorausgeht.

Unter den Feuerwerksstücken befindet sich der sogenannte Turbillon — ähnlich jenem des Descartes. — Während sich dieser Turbillon in die Lüfte erhebt, was sogleich stattfindet wie der Turbillon angezündet wird, dreht er sich mit ungemeiner Schnelligkeit um seine verticale Axe und macht einen bedeutenden Effect.

Ueberhaupt bietet die Pyrotechnik Stoff zum Studium, sowohl über die Bewegung im Raume, als auch über die Wirkung der Triebkraft. Will man sich nun einen deutlichen Begriff davon machen, wie die Sonne sich nach der Anweisung des gelehrten Autors — des berühmten Astronomen von Dorpat — bewegen muss, so hat man sie nur als einen Turbillon zu betrachten und sich vorzustellen, dass sie durch Schiesspulver getrieben wird. Zu dieser Art Resultaten kann man aber nur dadurch gelangen, wenn man die sich bewegende Sonne in Bezug auf ihr System ruhen lässt, als Fixstern aber in Bewegung versetzt.

Die Theorie scheint mit einer Art von Widerwillen sich darein zu fügen, dass die Sonne ihr System mit sich führt, hat sie sich aber endlich entschlossen, sich darein zu fügen, so muss sie auch erlauben, dass die Planeten sich mit derselben Geschwindigkeit

Digitized by Google

im Raume versetzen, d. h. mit jenen 12·2 Meilen per Secunde, die der dem Hercules zueilenden Sonne eigenthümlich sind. Ist dies der Fall, und bewegt sich die Sonne fast senkrecht auf die Erdbahn oder auf die Bahn eines andern Planeten, so entsteht die Frage, wie diese Planeten — deren eigene Geschwindigkeit mit ihrer Entfernung von der Sonne abnimmt — in ihren geschlossenen Ellipsen um die Sonne kreisen können? Ist es nicht zum zehnten, zum zwanzigsten Male klar, dass die elliptischen eisernen Fassreife an den Mittelpunct der Sonne geschmiedet sein müssen?

Die Theorie ist wohl da, wo aber ist der Gedanke geblieben?

[27.] Wir haben uns bei diesem Gegenstande lange genug aufgehalten, um einzusehen, dass die Theorie die Sternwelt eben so genau als die Planetenwelt kennt. Manche sind der Meinung, dass die sogenannten Untersuchungen und Bestimmungen der Neuzeit über den gestirnten Himmel und über die Entfernung und Bewegung der „Fixsterne" wahrhafte Fortschritte der Wissenschaft selbst sind; betrachtet man aber den Zustand dieses supponirten Fortschrittes, so findet man, dass die Theorie nur ihren seit Copernik eingeschlagenen Weg fortsetzt; dass sie der Imagination den grösstmöglichsten Spielraum, die freieste Bewegung einräumt, dabei aber die Principien der Wissenschaft unbeachtet lässt und den Gedanken gänzlich unterdrückt. Das Resultat, nach welchem die Theorie strebt oder vielmehr hascht, sind Ziffern und Zahlen, nicht aber die Erkenntniss von Thatsachen, in Folge anhaltender Studien der Himmelsphänomene. Ziffern und Zahlen kommen in Widerspruch, Jedweder findet andere und die Hauptaufgabe wird, selbe zur Einigkeit zu — zwingen.

Die unzeitigen Schlüsse sind noch immer an der Tagesordnung; kaum hat ein Beobachter — man könnte sagen ein Betrachter — am Himmel etwas erblickt, kaum ein Rechner etwas herauscalculirt, so folgen alsogleich die Schlüsse oft — wie wir sahen — der drolligsten Art.

Die Ideen über Centralsonnen, Centralgruppen, Partialsysteme, abgesonderte Regionen etc. werden sich wohl lange erhalten, denn ein harmonisches Ganzes ist mit den menschlichen Begriffen kaum vereinbar. Das Isoliren, das Absondern ist mehr seiner Natur angemessen. Die Theorie Newton's hat ihre Elasticität an den Tag gelegt, man kann somit die allgemeine Gravitation localisiren, man kann eine provinciale oder regionale Gravitation aufstellen, man kann mit einem Worte die Universalanziehung decomponiren und auf diese Art von einander unabhängige Separatwelten produciren.

Der Begriff der Universalgravitation, die gegenseitige Anziehung aller Weltkörper implicirt ja schon die allgemeine Bewe-

Digitized by Google

gung; sucht man nun Centralgrupppen und Centralschwerpuncte. so geht man rückwärts, man kehrt zu der Lieblingsidee der Fixität zurück, man entscheidet sich für das — Unmögliche.

Die allgemeine Anziehung bedingt ferner, dass die relativen Stellungen der Weltkörper so geordnet und geregelt sind, dass sie ein Ganzes bildend, sich im Raume gleichartig versetzen, dass somit ein Durcheinanderlaufen eben so unmöglich gemacht ist, als die Annäherung oder Entfernung derselben. Aus diesen Bemerkungen ist es ersichtlich, dass die Ideen, nach welchen der eine oder der andere der Himmelskörper sich von allen übrigen unabhängig im Raume versetzt, sich dieser oder jener Constellation nähert, verschiedene Himmelsregionen durchwandert etc., Widernatürliches aufstellen. Besonders zeichnet sich die Theorie in Bezug auf die Cometen aus, diese von ihr unbegriffenen Erscheinungen hält sie für solide Himmelskörper, welche die unendlichen Welträume aus freiem Antriebe durchlaufen.

Die Erkenntniss der allgemeinen solidaren Bewegung aller Himmelskörper ist aber auch Alles, was der Mensch über das Weltall zu erfahren vermag. Wie diese allgemeine Versetzung im Raume vorgeht, wohin sich das Weltall wälzt? sind Fragen, welche kein Erdproduct je beantworten wird.

Stellt man die collective Anziehung von Gruppen, die Vereinigung von Wirkungen vieler Massen auf, so hat man die Principien Newton's beseitigt: dass seine Attractionsgesetze in den Himmelsräumen nicht zu finden sind, ist noch kein Grund, denselben andere zu substituiren.

Spricht man vom allgemeinen Schwerpunct der Systeme, so wie man in der That sagt, dass der Schwerpunct des Sonnensystems nicht genau in den Mittelpunct der Sonne fällt; spricht man vom Schwerpuncte der Gruppen und Regionen, welche Millionen und abermals Millionen von sichtbaren und unsichtbaren frei schwebenden Weltkörpern enthalten, von ihren Massen etc., so ist dies wohl nur ein leeres Gerede, es hat aber keinen Sinn. Kennt man weder die Zahl der Weltkörper, noch Massen, noch Entfernungen, hat man überdies von der Attraction nur vage Begriffe, so sind derlei Ausflüge der Imagination von keinem Werthe.

[28.] Dass die Richtung der Sonnenbewegung von den Sternen angezeigt ist, sehen wir deutlich: um sie jedoch herauszufinden, sind Studien nöthig, welche verschieden sind von den üblichen Untersuchungen und Bestimmungen. Um zu wissen, wohin die Sonne geht, sollte man vorerst wissen, wo sie ist. Eine Orientirung in den Himmelsräumen ist noch im — Rückstande. Vor Allem ist die Thatsache im Auge zu behalten, dass die Sonne sich

Digitized by Google

mit ihrem Aequator vorausbewegt: die Richtung ihres Aequators gibt somit eine, aber zugleich die Hauptrichtung ihrer Translation: kann man die Lage ihres Aequators in Bezug auf die Sterne durch genaue Beobachtungen auffinden, so ist der erste Schritt gethan: dann folgt die Frage einer ihrer Revolutivperioden, wenn ihr Tagbogen oder Jahreswinkel bekannt ist. Es ist natürlich, dass, wenn es sich um viele Tausende oder gar Millionen von Jahren ihrer Umlaufszeit handelt, eine oberflächliche Kenntniss der Sternversetzungen während 130 Jahre nicht hinreichend sein kann. Nehmen wir nur die erwähnte Periode von nahe 26000 Jahren als Beispiel an, so müsste man, um rationelle Schlüsse zu machen, wenigstens einen vierten Theil derselben hinter sich haben, also die Veränderungen der Sternorte für mehrere Tausend Jahre kennen. Nun fragt es sich, welche sind die Coincidenzen, welche sind jene Sterne, die eine vollbrachte Revolution andeuten? Zu welcher Zeit hat eine neue Periode angefangen, oder was dasselbe ist, in welchem Stadium ihrer Periode ist die Sonne gegenwärtig?

Durch die Hypothese, dass die Axe der Sonnenspirale in der Ebene des idealen Himmelsäquators liegt, haben wir die Analogie der Sonnenbewegung mit jener der Erde aufgestellt. Die drei auf einander folgenden Durchschnitte dieser Ebene, also drei Sonnenäquinoctien, schliessen die Revolutivperiode in sich: die Summe der grössten Ausweichung der Sonne gegen Süd und Nord von 47^0 gibt die halbe Periode und zugleich die beiden Puncte der wahren Solstizien an. Nun folgen die variablen Geschwindigkeiten der Sonne, ähnlich jener, welche die Erde zeigt und welche von den Sternen nachgebildet sind.

In den Durchschnittspuncten (also Sonnenknoten?) wird der jährliche Uebertrag der Variationen der Sterne in Declination in ihrem Maximum sein; hat die Sonne ihre südliche oder nördliche Ausweichung (Declination) von 23^05 erreicht, so wird sie stationär, die Variation der Sterne an Declination ist für einige Zeit gleich Null, und die Erdaxe bleibt — wahrscheinlich mehrere Jahre hindurch — parallel zu sich selbst: wohingegen die Veränderungen in Rectascension in diesen Solstizien die grössten, in den Nachtgleichen die kleinsten sein werden.

Wir sehen aus diesen Bemerkungen, dass eine fortgesetzte Beobachtung der Sternorte zuverlässig auf den richtigen Weg führen wird, insbesondere dann, wenn eben jene Sterne als Grundlagen des Studiums gewählt werden, welche sich für die Variationen als die empfindlichsten zeigen. Es ist wahrnehmbar, dass diese Sterne im ersten Meridian, in der 0. oder 12. Stunde nicht

Digitized by Google

ferne vom Aequator liegen und folglich abwechseln, da Meridian sowohl als Aequator mobil, daher nur momentan sind.

In der Voraussetzung, dass der Durchmesser der Sonnenspirale — ihres Ringes nämlich — 47^0 ist, ergibt sich das Maximum der Variation der Sterne in Declination von 20″607, was wir als ihren jährlichen Uebertrag betrachten. Analog mit der Erdbewegung könnte man hieraus schliessen, dass gegenwärtig die Sonne nicht ferne ist von einem ihrer Durchschnittspuncte der Aequatorsebene, sich aber thatsächlich in der südlichen Hemisphäre fortbewegt und noch beiläufig 6000 Jahre verwenden wird, um ihre südliche Ausweichung von 23^05 zu vollenden. Es ist bemerkenswerth, dass mit dieser Ansicht jene übereinstimmt, nach welcher der Polarstern noch 300 Jahre sich dem Pole nähern, dann aber von ihm entfernen, also gegen Süden vorrücken wird. In dieser Hypothese kann aber α Lyrae nie Polarstern werden, denn die Versetzung des mobilen, durch den Erdpol erzeugten Himmelspoles geht nicht über 23^05, es kann somit nur ein solcher Stern nach 6000 Jahren Polarstern werden, dessen Declination gegenwärtig bei 66^05 ist.

Der Natur der Circulation nach wird in unserer Hypothese die Sonne — analog mit der Erdbewegung — das Minimum ihrer Geschwindigkeit in Rectascension in den Durchschnittspuncten, das Maximum in den auf diese senkrecht fallenden Solstizpuncten haben; der Uebergang von Null zu Null ist somit zwischen den Nachtgleichenpuncten. Aus diesem Umstande folgt, dass die Rectascension der Sterne während der einen Hälfte der Sonnenperiode zunimmt, während der andern aber abnimmt. Nach einer vollbrachten halben Revolution verändert sich nämlich die Vorrückung der Nachtgleichen in ein Zurückrücken. Da aber dieses Phänomen durch die Erdbewegung hervorgebracht und wahrnehmbar ist, kann man nicht schliessen, dass die Sonne eine in sich rückkehrende Curve beschreibt, denn ihre Versetzung im Raume ist eine ununterbrochene, und ihre auf einander folgenden Spiralen reihen sich eine nach der andern eben so wie die Erdspiralen. Nie wird somit die Sonne nach ihrer vollbrachten Revolution zu demselben Stern zurückkehren.

[29.] Aus dem Umstande, dass strenge genommen, jeder Stern eine andere Projection der Erd- und Sonnenbewegung gibt, geht die ungeheure Ausdehnung der zu machenden Studien hervor. Das Calculiren der Sternorte nach den Formeln und zugleich zu Tausenden, führt zu keinen reellen Kenntnissen, die genaue Beobachtung und das Studium einzelner Sterne wird aber manche wichtige Lehre mit sich führen.

Digitized by Google

Die beiden Sterne μ Geminorum und μ Sagittarii (Nr. 36 und 110) z. B. sind sich am Firmament nahe diametral entgegengesetzt, folglich müssen ihre Projectionen — der Erdbewegung — umgekehrt einander ähnlich sein.

Die Rectascension des ersteren nimmt mit dem 21. Jänner ab, die grösste Geschwindigkeit dieser Abnahme ist den 1. April; Anfangs Juni, bis zu welcher Zeit die ganze Abnahme 19″95 beträgt, beginnt ihre Zunahme, deren grösste Geschwindigkeit gegen den 28. September ist, sie setzt sich fort bis 24. Jänner des nächsten Jahres 1866 und das Maximum ihrer Variation ist 73″2 in Bogen.

Die Rectascension des zweiten Sternes nimmt mit dem Beginn des Jahres zu, und erreicht ihr Maximum von 68″0 den 20. Juli, von da an nimmt sie bis 27. November ab mit 24″45, von welchem Tage an abermals die Zunahme beginnt. Perioden und Zahlen sind wie wir sehen, einander gleich und entgegengesetzt. Die Declination des Nr. 36 ändert sich im ersten Monate des Jahres gar nicht, mit Ende Jänner beginnt ihre Zunahme mit 0″7 bis 22. März, von da an nimmt sie bis 30. Juni mit 1″1 ab, von da wieder bis 8. September mit 0″5 zu, um endlich bis zum Ende des Jahres mit 2″8 abzunehmen. Die Declination des Nr. 110 beginnt schon mit Anfang des Jahres zuzunehmen. Diese südliche Zunahme ist bis 12. März 1″2, von da an bis zum 20. Juli ist die Abnahme 3″0, dann folgt eine Zunahme bis 12. September von 0″3 und bis Ende des Jahres eine Abnahme von 0″2.

Wir sehen dass ausnahmsweise bei diesen Sternen eine viermalige Aenderung der Declination im Jahre vorkommt, deren Maximum im Vergleich zu den übrigen Sternen sehr klein ist. Hätte nun Bradley seine Theorien z. B. von dem Sterne Nr. 36 abgeleitet, so würde sich das Licht doppelt verirren, die grosse Aberrationsaxe aller Sterne würde 2″8 sein, und in den Ephemeriden würde man finden, „Aberration der Sonne“ = 1″4. Die allgemeine, von den Mondesknoten abhängige Nutationsellipse würde um einiges grösser ausgefallen sein.

Ein anderes Paar Sterne ist Nr. 76 und 80, deren beide Axen nahezu gleich sind, daher diese Sterne Kreise zu beschreiben scheinen. Beide sind nördlich, die Differenz ihrer Rectascension ist 52′30, ihrer Declination = 9°3′14. In der Declination gehen sie beide mit der Sonne, folglich verirrt sich das Licht in Bezug auf selbe gar nicht, sie sind nicht im Rückstand und immer an dem Ort wo man sie sieht; in der Rectascension aber ist der zweite Stern mit drei Monaten im Rückstand.

Wir haben bereits bemerkt, dass dem γ Draconis beinahe gegenüber liegende Stern α Argus (Nr. 37) ist. Die beiden geben

Digitized by Google

ähnliche Projectionen, ihre Variationen in den beiden Coordinaten sind sich nahe gleich; ihre Declination ist mit 3 Monaten im Rückstand, ihre Rectascensionsperioden stehen ein halbes Jahr von einander ab.

Die drei Sterne Nr. 67, 72 und 79 liegen sozusagen im Aequator, ihre Rectascension ist nicht bedeutend verschieden; sie geben ähnliche Projectionen und die Perioden ihrer Variationen sind dieselben; auch die Ueberträge derselben sind nahe gleich.

Die beiden nördlichen Polarsterne Nr. 146 und 147 werden genau beobachtet und ihre Orte sind für jeden Tag des Jahres angegeben. Der dem Pole nähere ist α Ursae minoris, der eigentliche nördliche Polarstern, seine Rectascension fällt in die zweite Stunde und zeigt folgende Aenderungen während des Jahres 1865. Vom 1. Jänner bis 3. April hat die Rectascension mit 801″1 in Bogen abgenommen, von da ist bis 16. October eine Zunahme von 1707″75 (113″85 in Zeit) als Maximum der Variation zwischen den Nullpuncten; die grösste Geschwindigkeit dieser Bewegung ist in der Mitte der Periode, den 10. Juli, an welchem Tage sie 1″35 beträgt. Vom 16. October an bis zum 4. April des nächsten Jahres 1866 nimmt sie mit 1402″5 ab; die grösste tägliche Abnahme ist den 10. Jänner mit 1″32 und bleibt sich während zehn Tage gleich.

Es sind eigentlich nur zwei Perioden da, eine für die Zu- und eine für die Abnahme, und der Uebertrag vom 3. April 1865 bis 4. April 1866 beträgt eine Zunahme von 305″20. Diese jährliche Variation in Rectascension ist in den Ephemeriden mit 19″4993 Zeit und 292″48 in Bogen angegeben.

Die Periode der Abnahme in Declination ist zwischen den 15. Jänner und 24. Juli, um welche Zeit sie stationär ist mit dem Maximum von 32″8, von da beginnt ihre Zunahme bis 10. Jänner mit 49″4. Uebertrag vom 15. Jänner 1865 bis 10. Jänner 1866 = 16″6; in den Ephemeriden stehen 19″127.

Steht α Ursae minoris im Jahre 1865 noch 1° 24′ 36″85 vom Pole ab und nähert er sich demselben jährlich mit 19″13, so wird er nach beiläufig 250 Jahren denselben erreichen und dann sich wieder von ihm entfernen.

Der Stern σ Octantis (Nr. 109) steht unter allen beobachteten Sternen dem Südpole am nächsten, er ist davon nur 43′ 29″ abstehend, und liegt in der 18. Stunde.

Vom 1. Jänner an nimmt seine Rectascension bis 11. Juni zu, von da bis 7. December ab; die Zunahme beträgt 4′20″31 Zeit, also 3904″6 in Bogen; die Abnahme ist 2′51″53 Zeit. Die grösste Zunahme (Geschwindigkeit) ist den 22. März mit 2″ täglich. Seine Declination nimmt vom 1. Jänner bis 22. März mit

Digitized by Google

13″7 ab, von da bis 18. September mit 36″5 zu, um wieder bis März 1866 abzunehmen. Der Uebertrag seiner Rectascension ist 109″742 Zeit oder 1646″13 in Bogen, folglich 5·62mal grösser als jener des nördlichen Polarsternes, wo doch der Unterschied seiner Declination nur 41′8″ beträgt.

Indem dieser Stern jährlich mit 109″7 später in den Meridian tritt, so müsste man um ihm Genüge zu thun, die Erdrotation bei 32mal stärker rückgängig machen, als man dies für die 50″2 der Präcession bewerkstelligt hat, woraus dann die Periode einer rückgängigen Erdumwälzung von 787 Jahren hervorgeht. Es ist somit ersichtlich, dass man für einen jeden Stern eine Extraretrogradation der Axendrehung zu veraustalten hat; wir dürfen jedoch nicht vergessen, dass die Theorie der „allgemeinen Präcession" schon fertig gemacht war, bevor die scheinbare und wirkliche Bewegung der Sterne beobachtet wurde; wenn demnach die heutigen Astronomen diese kostbare Theorie mit grosser Sorgfalt aufbewahren, so sollten sie wenigstens — als eine Zugabe — die verschiedenen Variationen der Sternorte gleichfalls als eine durch die Anziehung verursachte Perturbation erklären, zugleich aber für einen jeden einzelnen Stern die Attractionsgesetze gehörig modificiren; dies ist um so nöthiger, als es auch Sterne gibt — eben in dem Sternbilde des kleinen Bären — deren Rectascension anstatt zuzunehmen, jährlich abnimmt; da nun diese früher in den Meridian kommen, so muss für sie die rückgängig gemachte Rotation wieder vorwärts geschoben werden.

[30.] Dass die Rectascension der den Polen nahen Sterne sich so stark ändert, ist die natürliche Folge der kleinen Kreise, in welchen sie sich scheinbar bewegen; die Erde versetzt sich im Raume gleichförmig, der Effect aber dieser Versetzung ist um so grösser, je kleiner der Parallelkreis eines Sternes ist. Noch muss die Richtung der Erdspirale in Betracht gezogen werden, und ein aufmerksames Verfolgen der Sternbewegungen deutet hin, dass die Erdbewegung, somit auch jene der Sonne, auf die Pole nahezu senkrecht vorgeht, und dass die Axe der Erdspirale, die Sonnenbahn, in der Ebene des ersten Meridians (0 und 12 Stunden) sozusagen in der Linie der Nachtgleichen liegt. Eine nähere Betrachtung durch den Vergleich der Bewegungen der nördlichen und südlichen Polarsterne führt zu der Erkenntniss der Neigung der Sonnenbahn, zum idealen Aequator, und der südlichen Richtung der Sonnenbewegung.

Aus den verschiedenen Projectionen der Erdspirale, oder was dasselbe ist, aus der perspectivischen Ansicht wie diese jedem Stern erscheint, gehen die verschiedentlichen Aenderungen in Rectascension und Declination hervor, so wie auch die Unter-

Digitized by Google

schiede der Zeiten (Perioden), zu welchen die Uebergänge derselben stattfinden. Diese Betrachtung führt zur Auffassung der „allgemeinen Präcession von 50″ 23,“ welche wie wir sehen in Bezug auf die Sterne nicht existirt, sondern einzig und allein die jährliche Versetzung des Frühlingspunctes, folglich die jährliche Fortrückung der Sonne im Raume bedeutet.

Wir wissen, dass mit den auf die Himmelssphäre projicirten Erdparallelen zugleich die Rotationsgeschwindigkeit der Erde von den Sternen reproducirt ist. Die Himmelsparallelen entsprechen den Polhöhen der Erde und zugleich den Declinationen der Sterne. Die Grösse der Parallelkreise so wie die Geschwindigkeiten verhalten sich wie ihre Halbmesser, und diese sind eben durch die Cosinuse der Polhöhen oder der Declination repräsentirt, den Halbmesser des Aequators als Einheit genommen.

Würde die Erdbewegung sich durch die Sterne gleichartig projiciren, so müssten — besonders die den Polen nahen Sterne — ihre Rectascension im Verhältniss ihrer Parallelkreise ändern, dies ist nicht der Fall, der Kreis des α Polaris ist nur nahe doppelt so gross als jener des σ Octantis, die Variation dieses letzteren in Rectascension ist aber mehr als das Fünffache des ersteren, und es scheint aus dem Vergleiche — wie wir dies bemerkt haben — hervorzugehen, dass die dem Südpol nahen Sterne eine grössere Aenderung in Rectascension zeigen müssen als jene dem Nordpole nahe stehenden; woraus man annähernd schliessen kann, dass die Sonne sich gegenwärtig in der südlichen Hemisphäre der uns scheinbaren Himmelskugel fortbewegt, und dass der Effect ihrer Bewegung auf die südlichen Sterne theils einer scheinbar grösseren Nähe wegen grösser ist, theils aber auf die südlichen Polarsterne ihre Bewegung sich mehr der senkrechten Richtung nähert als auf jene des Nordpoles. Die Grenze der Annäherung der Sonne, bald zu der südlichen bald zu der nördlichen Himmelshemisphäre, ist durch die $23^{0}5$ gegeben, welche sie abwechselnd in der halben Periode ihrer Revolution in den beiden Hemisphären beschreibt.

Es scheint aus unseren Betrachtungen hervorzugehen, dass die Sonnenbewegung in der That in jener Himmelsgegend vorgeht, welche durch den Zodiak bezeichnet wird, wodurch die Bedeutung der 47 Grade sich beurkundet und als die der Bewegung des Sonnensystems angewiesene Grenze erscheint.

Wir sehen, dass das Studium der Himmelssphäre im Zusammenhang mit der Erdbewegung unerlässlich ist, wenn man zum Verständniss der Phänomene gelangen will. Sei eine Erscheinung an sich noch so gering, so ist sie mit den übrigen in Rapport gebracht eben so bedeutungsvoll, eben so instructiv als welch immer gross scheinendes Phänomen.

Digitized by Google

So z. B. ist die Durchgangszeit der Sonnenscheibe über den Faden des Meridianinstrumentes ein sehr lehrreiches Phänomen; diese Zeitdauer hängt von der Sonnendeclination ab und zeigt uns, dass die Geschwindigkeit der Erdrotation auf die Parallelkreise des Himmels übertragen ist.

Indem die Sonne sich während des halben Jahres von + 23° 5 ihrer Declination bis — 23° 5 versetzt, hat sie sich durch alle die Parallelen bewegt, welche an beiden Seiten des Aequators zwischen 47° liegen. Die Folge davon ist, dass die scheinbare Geschwindigkeit in der täglichen oder jährlichen Sonnenbewegung, wie diese beobachtet wird, auf einem jeden anderen Parallelkreis auch eine andere ist. Dass dieser Umstand die Aufklärung über manche wichtige Phänomene gibt, wird augenscheinlich, ist man aber auf diese natürlichen Erscheinungen nicht aufmerksam, so muss man sie wohl imaginären Ursachen zuschreiben.

* * *

Wie und warum verknöcherte Vorurtheile, festgewurzelte falsche Begriffe die Geistesthätigkeit hemmen, jede weitere Entwicklung derselben unmöglich machen? das ist wohl ziemlich bekannt. Wie und warum Copernik's System den conträren Effect hervorgebracht und anstatt der modernen Astronomie, der erklärenden Wissenschaft ein weites Feld zu eröffnen, anstatt ihre Entwicklung, ihren weiteren Fortschritt zu sichern, sie gänzlich paralysirt hat? das geht aus unseren Studien hervor. Auch haben wir gesehen, dass die gelehrten Nachfolger Copernik's auch jene Grenzen glücklich supprimirt haben, welche er der Wissenschaft angewiesen hat, denn sie haben diese vollkommen geschlossen. Wir nannten die Ursache dieses Effectes *Fatalität*, als ein abgekürztes Aequivalent für das „wahre Maass des menschlichen Geistes."

Da ist nun das grossartige, das überaus lehrreiche Phänomen der Sternbewegungen; die raisonnirte Wissenschaft kann es zu nichts verwenden, es muss daher in die Pfütze der Einbildung versenkt, darin erstickt werden. In den Büchern liest man, dass der wichtigste und bedenklichste Einwurf gegen das System, den auch Copernik sich selbst gemacht hat ist, „wenn die Erde wechselweise in verschiedenen Puncten des Weltraumes sich befindet, „so muss daraus nicht nur bei den Planeten, wo die Beobachtung „es ergibt, sondern auch bei den Fixsternen eine periodische „scheinbare Ortsveränderung wahrgenommen werden, von der „gleichwohl die Beobachtungen *nichts ergeben*, denn die Entfernung der Sterne ist viel zu gross etc. Daher sind die Bemühungen der Astronomen seit Copernik unablässig und eifrig auf die

Digitized by Google

„Entdeckung der Parallaxen gerichtet, um auch diesen *letzten* „Einwurf zu heben, was nur in der neuesten Neuzeit gelungen ist, „wodurch und zwar unabhängig von dem Gesetz der Schwere der „evidente Beweis der Richtigkeit des Systems geliefert ist."

Für die gelehrten Astronomen der Neuzeit existirt somit das Phänomen der jährlichen Sternbewegungen ganz uud gar nicht, sie müssen ein anderes suchen. Wir fragen aber, was hätte dieser Copernik, der mit Ausnahme des ihm ebenbürtigen herrlichen Galilei, dem Liebling der Natur, alle seine Nachfolger an Geist und Scharfblick überragt, was hätte er aus den Beobachtungen Bradley's geschlossen? Würde er aus diesen die Aberration und die Nutation gemacht haben?

Aus der Präcession hat zwar Copernik geschlossen, dass die Erdpole sich um die Pole der Ecliptik bewegen: ein unmögliches Phänomen wenn die Erde sich in einer invariablen Ebene um die fixe Sonne bewegt; wir haben gesehen, dass dieser Schluss Copernik's allgemein angenommen und auch bewiesen wurde. Das Phänomen der Präcession war aber zu jener Zeit ein isolirtes, und Copernik kannte dessen Zusammenhang mit der allgemeinen Bewegung der Sterne nicht; darum sind wir der Ansicht, dass er aus den nun bekannten Bewegungen der Sterne beiläufig folgende Schlüsse gezogen hätte.

1. Die Erdbewegung ist auf die Himmelssphäre projicirt, sie ist von den Sternen deutlich angezeigt; die Doppelbewegung der Erde, ihre Rotation und Translation können somit als eine Thatsache erkannt werden, welche keines weiteren Beweises bedarf.

2. Die Sterne beschreiben nicht gleiche, sondern verschiedene Curven, oder besser gesagt; ähnliche Curven aber verschiedener Dimension, die von ihnen beschriebene Figur schliesst sich nicht; dies zeigt deutlich an, dass die Erde nicht in einer geschlossenen Bahn und nicht in der Ecliptik sich bewegen kann, indem die Projectionen ganz andere sind, als sie der Lage der Ecliptik nach sein würden.

3. Die von den Sternen beschriebenen Curven schlängeln sich in das Unendliche fort, und scheinen Spirale anzudeuten, welche sich als Cycloiden projiciren. Dieses Phänomen deutet an, dass die Erdbahn nicht in einer invariablen Ebene liegt, nicht beständig in demselben Raume verbleibt, sondern ununterbrochen sich versetzt, woraus dann von selbst folgt, dass auch die Sonne nicht fix sein kann.

4. Die Sternbewegung ist allgemein und enthält die grosse Lehre, dass die Entfernungen der uns unmittelbar umgebenden Fixsterne nicht so ausserordentlich gross sind, als man diese sich vorstellt. Durch ein anhaltendes Studium des grossartigen Phäno-

Digitized by Google

mens wird es möglich werden, die Bewegung der Sonne sowohl als auch jene der Erde annähernd kennen zu lernen.

Hätte Copernik diese Schlüsse machen können, so würde die Astronomie noch nicht geschlossen sein. Was haben aber Geometer und Astronomen aus dem sublimen Phänomen gemacht? Sie sagen, nach dem System von Copernik bewegt sich die Erde in der Ecliptik; die Ecliptik ist eine geschlossene Ellipse, sie liegt in einer invariablen Ebene und hat ihre Pole: folglich müssen die Sterne, die sich an den Polen der Ecliptik befinden Kreise, die andern verschiedene Ellipsen, jene endlich, die in der Ebene der Ecliptik liegen, gerade Linien beschreiben! Der gute Himmel aber weiss von allen diesen Dingen gar nichts.

Bradley sagt, meine Zenithsterne beschreiben, insbesondere aber einer unter ihnen beschreibt eine Ellipse, deren grosse Axe 40″8 ist; der Stern kommt am Ende des Jahres in seine frühere Position zurück, er beschreibt somit während des Jahres eine geschlossene Ellipse, wie dies nach dem System nicht anders sein kann.

Chor der Astronomen. Alle Sterne beschreiben geschlossene Curven, deren Periode das Jahr ist; alle Ellipsen und Figuren haben dieselbe grosse Axe von 40″8. Das System Copernik's ist unumstösslich, die Erdbahn ist auf den Himmel projicirt, die Ecliptik ist von den Sternen nachgebildet.

Bradley. Diese Ellipse mit ihrer grossen Axe kann keine Parallaxe sein, denn die Sterne sind viel zu weit entfernt und können nur ganz kleine unmerkliche Parallaxen haben.

Chor der Astronomen. Die grossen Axen sind keine Parallaxen, diese müssen ausserordentlich kleine Axen haben.

Bradley. Mein Zenithstern bewegt sich nicht so wie die Sonne, er ist nicht an dem Platz, an welchem er sein soll; er ist immer 90⁰ in seiner Bahn abstehend; er ist um 3 Monate im Rückstand, folglich reproducirt er die Erdbewegung nicht.

Chor der Astronomen. Alle Sterne sind um 3 Monate im Rückstand; keiner ist dort wo wir ihn sehen; die Erdbahn ist auf den Himmel nicht projicirt.

Bradley. Indem das System Copernik's unfehlbar ist, kann das Phänomen des dreimonatlichen Rückstandes keine andere Ursache haben, als die Abirrung des Lichtes; durch diese Verirrung des Lichtes ist es allein möglich zu erklären, warum der Stern nicht dort ist wo er sein soll?

Chor der Astronomen. Das Licht verirrt sich; alle Sterne sind 90⁰ von ihrem wahren Orte abstehend.

In ihrem lobenswerthen Enthusiasmus haben die gelehrten Astronomen auch die Sonne mit der grossen Aberrationsaxe be-

Digitized by Google

schenkt, woraus ein kleines scheinbares Missverständniss erwächst. Bradley hat nämlich nicht gesagt, dass auch das Sonnenlicht sich verirrt, er wusste es sehr wohl dass die Sonne in der Ecliptik sich *systematisch* bewegt, darum sagte er, dass die Sterne im *Vergleich zur Sonne* um drei Monate im Rückstand sind. Wenn demnach — wie dies die gelehrten Astronomen haben wollen — auch die Sonne um drei Monate im Rückstande ist, so geht sie mit den Sternen und Niemand ist mehr im Rückstand; ist die Sonne auch 90° in ihrer Bahn abstehend und nie dort wo sie sein soll, so ist es nicht mehr nöthig dass sich das Licht verirre, alles ist in der schönsten Ordnung und Bradley ist — attrapirt.

Bradley. Die Figur meines Zenithsternes schliesst sich mit dem Ende des Jahres nicht; er kommt auf dieselbe Stelle nicht zurück; er nähert sich beständig dem Pol während 9 Jahre und entfernt sich dann vom Pol während anderer 9 Jahre; somit ist seine Periode nicht *ein* Jahr, sondern 18 Jahre, während welcher Zeit er eine kleine Ellipse beschreibt.

Chor der Astronomen. Alle Sterne nähern sich dem Pol und entfernen sich wieder von ihm; alle Sterne haben eine Periode von 18 Jahren; alle Sterne beschreiben in dieser Zeit eine kleine Ellipse.

Bradley. Nachdem dieses Phänomen mit dem System von Copernik sich nicht erzeugen kann, so ist die alleinige Ursache desselben die Nütation der Erdaxe, diese kann aber nur durch die Mondesknoten bewerkstelligt werden, weil ihre Periode von 18 Jahren ist.

Chor der Astronomen. Die Erdaxe ist in Schwankung; die Erdaxe wird durch den Mond in Schwankung gebracht; die Nutationsperiode ist von 18 Jahren; es sind die Mondesknoten die die kleinen Ellipsen produciren.

So geht es fort und die Autoren berufen sich auf Bessel, der sich von dem wirklichen Dasein der allgemeinen constanten Aberrationsaxe von 40″8 persönlich überzeugt haben soll! Was soll aber diese Berufung auf Bessel bedeuten? Können die auf den gut ausgerüsteten Sternwarten sitzenden Astronomen sich nicht selbst die nöthige Ueberzeugung holen? Oder sind vielleicht die Himmelserscheinungen nur für einzelne Individuen gemacht? Bessel, der beste Beobachter seiner Zeit, musste wohl wissen, dass z. B. unter den 47 Hauptsternen, welche auch die Bessel'schen Sterne genannt werden, kein einziger ist, der die constante Axe von 40″8 während des Jahres anzeigt; er musste wissen dass jeder Stern eine veränderte Projection gibt, dass diese seine Projection, die Dimensionen der von ihm beschriebenen Curve, sich von Jahr zu Jahr ändern, so wie auch ihre Variationen — die

Digitized by Google

Ueberträge — nach jedem Jahre andere sind. Soll man vermuthen, dass so ein exacter Beobachter sich gegen seine eigenen Beobachtungen erklärt, diese verläugnet?

Die wahrnehmbaren, die beobachteten Bewegungen der Sterne sind somit weder Projectionen der Erdbewegung noch Parallaxen der Fixsterne; da aber diese beiden Dinge Synonyme sein sollen, so folgt, dass die Parallaxe nicht wahrnehmbar, nicht beobachtbar ist, und somit durch die Beobachtung nicht gefunden werden kann.

Chor der Astronomen. Die Fixsterne müssen eine Parallaxe haben und diese muss *entdeckt* werden, um den letzten Einwurf gegen das System von Copernik zu heben, damit der „höchste Grad der Gewissheit," wie Laplace meint, in ihrer ganzen Glorie sich zeige.

Nun kommt die Bedenken erregende Entdeckung, dass die Sonne sich bewegt, also ihr System mit sich führt.

Chor der Astronomen. Hat nichts zu bedeuten. Copernik's System ist das einzig mögliche, es ist die ewige Grundlage der Astronomie, daher muss man die Sonne als *ruhend* betrachten: so bleibt die Erdbahn, die Ecliptik regungslos auf demselben Fleck, und man operirt mit Sicherheit auf einer festen Basis von 76 Millionen Meilen. Hat man einmal die Parallaxe eines Sternes *entdeckt*, so ist seine Entfernung von der Erde alsogleich bekannt, woraus dann mit der unumstösslichsten Evidenz hervorgeht, dass das System von Copernik alle Arten von Wahrheit bei weitem übertrifft. Dann aber ist Niemandem mehr erlaubt Zweifel zu hegen, kein Sterblicher kann mehr einen Einwurf auffinden und Jedermann ist gehalten laut zu verkünden: „die Erde bewegt sich in der Ecliptik, sie kreiset um den Mittelpunct der ruhenden Sonne in einer geschlossenen Ellipse nach dem Flächengesetze." Amen.

Die Grösse der parallactischen Versetzung hängt wohl von der Distanz des Objectes ab, welches die Bewegung projicirt, dies wusste man zu allen Zeiten. Hat man sich eingebildet, dass im Allgemeinen die Sterne in einer immensen Entfernung von der Erde sind, so muss man mit Bradley sagen, dass die Sterne keine Parallaxen haben, und kann die weiteren *Untersuchungen* einstellen. Ist aber eine reelle, unverkennbare Projection der Erdbewegung an den Sternen wahrnehmbar, so haben diese auch ihre Parallaxen manifestirt. Worauf projicirt sich die Bewegung oder die Parallaxe? Auf den blauen Grund des Firmaments. Sind andere Objecte da, viele Himmelskörper verschiedener Grösse und Entfernung, so werden sie gegenseitig ihre Projectionen angeben, so wie z. B. Mercur und Venus mit ihrer Bewegung sich eventuell auf die Sonnenscheibe projiciren, in der Regel aber nur am Sternhimmel beobachtbar erscheinen; so kann ein Stern um einen weiter entfernten

Digitized by Google

anderen Stern scheinbar circuliren, es ist somit rationell anzunehmen, dass ein entfernter Punct die Bewegung eines nähern anzeigt; wie aber die Differenz der Entfernungen bestimmen? das ist eine andere Frage.

Auch wir sind von dem Grundsatze der parallactischen Versetzung und Projection ausgegangen, und dachten, dass die Erdbewegung direct und zwar grossartig durch die Sonne selbst angezeigt sein müsse, indem diese ihrer nicht zu grossen Ferne wegen die Dimensionen der Erdbahn in einem grossen Maassstab angeben kann. In der That gibt es für die Erde — so wie für jeden anderen Planeten — keinen so sicheren und so verlässlichen Richtpunct als die Sonne selbst ist, nicht weil sie als *ruhend* betrachtet werden soll, sondern weil ihre Entfernung von der Erde dieselbe bleibt und ihre eigene Bewegung die Circulation der Planeten nicht stört. Hätte man den Erdhalbmesser, wie dieser sich in der Sonnenferne zeigt nicht schon die Parallaxe der Sonne genannt, so könnte man den Winkel, unter welchem die Erde sich — von der Sonne aus gesehen — bewegt, so nennen. Wenn der Erdhalbmesser sich der Sonne unter einem Winkel von 8″5 zeigt, so erscheint der Halbmesser des Erdspiralringes als 23⁰5; die beiden Parallaxen sind somit wie 1 zu 10000. Beschreibt nun ein Stern während des Jahres eine Curve, deren Halbmesser = 20″ ist, so kann seine Entfernung so betrachtet werden, als würde sie 4000 mal jene der Sonne übertreffen; ein anderer Stern, dessen jährliche Curve nur eine Secunde zum Halbmesser hat, würde mit 80000 Sonnenweiten von der Erde abstehen. Obwohl man gewohnt ist, ganz ausserordentlich grosse Zahlen sich vorzustellen, wenn von den Sternweiten die Rede ist, so muss man doch gestehen, dass eine 4-, 10-, 20- und mehr tausendfache Sonnenferne eine ganz respectable Distanz vorstellt. Es ist selbstverständlich, dass hier nur von jenen Sternen die Rede sein kann, die mit freiem Auge deutlich wahrnehmbar, sich in jener Himmelssphäre befinden, welche uns scheinbar umringt, also uns die nächsten zur Erde erscheinen. Die telescopischen Sterne, die in Sterne auflösbare Milchstrasse, Nebelflecke etc. geben ohnehin keine wahrnehmbaren Projectionen und wo das Unendliche beginnt, da hören die Zahlen auf.

Dass die Sterne überhaupt keine messbaren Diameter zeigen ist kein entscheidender Grund für ihre immense Entfernung; ihre Scintillation oder Irradiation, welche die Messungen hindert, deutet sicherlich an, dass ihr Licht eine bedeutende Intensität hat. Es scheint uns auch wahrscheinlich zu sein, dass die Sonne in einer 4000 mal grösseren Entfernung erstens keinen messbaren Diameter zeigen, zweitens die Lichtstärke eines Sternes erster Grösse, z. B. jene des Sirius, nicht erreichen würde.

Digitized by Google

Dadurch, dass die Astronomen die Sonne in Bezug auf ihr System als ruhend betrachten, haben sie ihre Bewegung verläugnet, denn sonst könnten sie nicht lehren, dass als Planetenbahn „die geschlossene Ellipse eine Gewissheit ist.“ Verläugnet man die Bewegung der Sonne, so hat man sich unfähig gemacht jene der Erde auch nur annähernd kennen zu lernen; kennt man aber auch diese nicht, so kann man die Himmelserscheinungen nicht mehr begreifen. Dass man diese, insbesondere aber die Phänomene der Bewegung nicht begreift, darüber fanden wir unzählige Beweise; einer dieser Beweise ist die Aufstellung von Ungleichheiten, Anomalien, Störungen etc. Wie kann man nun bei so bewandten Umständen von der Kenntniss der Himmelsmechanik sprechen?

Das astronomische Wissen reducirt sich demnach auf jene grösstentheils erbärmliche Ideen, welche man über den Himmel und seine Erscheinungen mit Hilfe der Einbildung ansammelte; was indessen nicht hindert, dass das zweibeinige Meisterstück der Schöpfung sich in die Brust werfend sage, es habe alle Geheimnisse des Himmels aufgedeckt.

Digitized by Google

DIE

ELEMENTARBEGRIFFE

ALS

FUNDAMENTE DER WISSENSCHAFT.

Digitized by Google

DIE ELEMENTARNOTIONEN.

Die allgemeine Idee, der höchste Ausdruck des Universums ist durch das Wort „Natur“ gegeben. Was ist, ist die Manifestation der Natur.

Das grosse All, die Natur an sich kann nie Gegenstand der Untersuchung oder der Forschung des menschlichen Geistes werden und wir sind zu der Frage hingewiesen, welche sind unter den Manifestationen der Natur jene, die unserem Auffassungsvermögen zugänglich sein können?

Durch eine reife Ueberlegung muss man finden: „ist das Ganze unbegreiflich, so müssen auch seine Theile gleichfalls unbegreiflich bleiben,“ und wir sind auf das Studium der Naturerscheinungen — durch die Beobachtung — beschränkt.

Zwischen „Kennen und Wissen“ liegt eine unendliche Kluft, eine Kluft, die sich zwischen Wirkung und Ursache, zwischen dem Phänomen und seinem Warum oder mit einem Worte zwischen dem Object und seiner Natur vorfindet.

Das Wissen ist die Grenze, das Ende des Studiums; es wäre eben so gut zu sagen: das Unendliche hat sein Ende gefunden.

Gesetze der Natur aufstellen, ist das Kennen in Wissen umwandeln, es ist das Aufhören des Studiums, das Aufhalten des Fortschrittes, man verlegt die Vernunft in den Ruhestand, obwohl man weiss, dass ihr wesentlicher Character — so wie jener des Gedankens — das unablässige Suchen ist, ohne dass sie jemals mit dem Gefundenen sich begnügt, damit zufrieden gestellt ist.

Man sucht zu Resultaten zu gelangen, welche man als entscheidende betrachten, als erworbene Kenntnisse, als Wahrheiten proclamiren kann. Jede materielle oder intellectuelle Arbeit führt ein Resultat herbei, sei dieses positiv oder negativ; die wissenschaftlichen Arbeiten in Bezug auf die Manifestationen der Natur haben bereits ein definitives Resultat mit vollkommener Klarheit hervorgebracht und dieses ist: dass die Arbeiten fortzusetzen sind.

Die Verschiedenheit der Ideen und der Begriffe über einen und denselben Gegenstand ist einer der Beweise, dass die Studien ihr Ende nicht erreichen können. Indem man unter diesen Ideen eine wählt, bleibt man dabei stehen, dieses Stehenbleiben soll jedoch nur momentan sein, denn man weiss, dass man nur Schritt für Schritt sich der Realität nähern kann, welche in der That kaum zu erreichen ist. Diese stufenweise Annäherung und momentanes Stillstehen bei einem aufgestellten Begriffe setzt mehr

Digitized by Google

eine glückliche als eine gute Wahl zwischen denselben voraus, indem man leicht auf solche stossen kann, die den conträren Effect hervorbringen; anstatt sich der Realität zu nähern entfernt man sich selbst vom Scheinbaren und die erstere verschwindet gänzlich.

Der Fortschritt ist kein Wahn: das Wort aber bedeutet vorwärts schreiten, der Stillstand ist sein Tod. Nichts ist dem Fortschritt nachtheiliger, nichts ist mehr geeignet denselben zu hemmen als die Illusion „zu wissen." Es handelt sich ja um die Ausdehnung der Kenntnisse, welche nur durch ein unablässiges Studium möglich ist.

Man kann sagen, dass z. B. kein anderes Naturphänomen so viel und so umständlich beobachtet und examinirt wird als das Licht, von seinen unendlichen Modificationen hat man Theorien aufgestellt, man hat seine Erscheinungen mit verschiedenen Namen bezeichnet, man decomponirt es in seine Farben, und recomponirt die Farben in das weisse Licht, man beweiset seine Action durch den Calcul, man bestimmt seine Geschwindigkeit etc. und nach allem diesem ist man genöthigt zu gestehen, dass man nicht weiss, was das Licht ist.

Man beobachtet die Cometen, bestimmt ihre Elemente, man berechnet ihre Entfernung, ihre Bahnen und Perioden, ihre Grösse etc. nach den Gesetzen Kepler's, man weiss eine Menge Fabeln von ihnen zu erzählen, aber man weiss nicht, was ein Comet ist?

Laplace gesteht „unsere Ignoranz" über das Wesen der Anziehung, er declarirt aber — nach Newton — dass alle Himmelsphänomene durch die Attraction zu erklären sind, sie die alleinige Ursache aller Störungen und Unregelmässigkeiten ist etc; er bestimmt endlich ihre Action und beweist diese durch die Allmacht der Analyse!

Diese Art Phänomene zeigt der forschende Geist und man hat sich angewöhnt selbe ein *Wissen* zu nennen. Jeder Tag aber führt andere Manifestationen der Natur, andere bisher unbekannte Modificationen der Erscheinungen herbei. Die Photographie z. B. zeigt uns, wie das Licht Maler und Bildstecher wird, der Telegraph lehrt uns wie die Electricität Correspondent und Schriftdrucker ist etc.; die sich bewegende Sonne wirft das Prachtgebäude der astronomischen Theorie in einen Schutthaufen etc., da sind nun Calculs zu machen, Beweise zu führen. Die Masse der Notionen wächst demnach nothwendigerweise, sie besteht aber grösstentheils aus der Beobachtung der Erscheinungen und enthält nur eine geringe Quantität dessen, was wir als wirklich erworbene Kenntnisse, als Früchte ernster Studien betrachten können.

Die Astronomie kann keine anderen Elementarnotionen haben, als jene, die sich durch die Constatirung der unveränderlichen Phänomene heranbilden, wenn demnach die erklärende Wissenschaft die Auffindung der Ursachen sich zur Aufgabe macht, so wendet sie sich an die Begriffe, welche man sich über jene Phänomene gemacht hat, die sich auf der Erde

um uns herum produciren und sucht dann ihre Anwendung auf die Himmelserscheinungen durch die Analogie. Es handelt sich somit zu erkennen, welche sind jene Kenntnisse, die als Elemente oder Fundamente dienen können, um ein reelles Wissen hervorzubringen?

Jede Wissenschaft muss ihre Elemente, ihre Basis haben und alle ihre Theorien müssen auf die Fundamentalsätze zurückführbar sein, sind diese in den Theorien nicht enthalten oder sind sie denselben entgegengesetzt, so können diese Theorien nicht wissenschaftlich sein.

Von der nie befriedigten Vernunft auf die Wage gelegt, wiegen die bisher erworbenen Fundamentalkenntnisse sehr wenig, sie sind leicht und ihre Zahl ist gering, sie besitzen jedoch — so wie sie sind — so viel Realität als nöthig ist, um den Zustand der Wissenschaft anzugeben.

Es gibt eine Wissenschaft, die eben so viel beigetragen hat, die Intelligenz zu entwickeln, als den Geist (l'esprit) zu verziehen (gâter) zu verwöhnen, und diese ist die Geometrie. Einzig in ihrer Art, ist sie mit den übrigen Zweigen der allgemeinen Wissenschaft nicht zu vergleichen, uud man irrt sich, wenn man der Mechanik dieselbe Präcision, dieselbe Unfehlbarkeit zuschreibt; indem diese letztere die Bewegung und die diese hervorbringenden Kräfte behandelt, muss sie schon vergleichen, sie muss die Ursachen der Verschiedenheit in den Phänomenen suchen; sie tritt somit aus der Einfachheit hinaus, während die Geometrie wie ein Baum aus dem Samen herangewachsen ist; sie stellt ein regelmässiges, symmetrisches Gebäude vor, alle ihre Theile entfliessen gleichartig, einer aus dem andern, und ihre Propositionen, Axiome, Corolläre etc. enthalten — ja sie führen mit sich ihre Erklärung und ihren Beweis zugleich. An einander gereihte Puncte bilden Linien; die sich annähernden Linien erzeugen die Ebenen und die Flächen, und diese setzen die Körper zusammen. Dies ist nun die incorporirte Logik selbst, sie ist das Prototyp der Wissenschaft, welche man überall sucht, überall anwendet.

Es ist wohl kein Zweifel, dass der höchste Ausdruck der Logik die Natur selbst ist, so wie sie der einzige und genaue Ausdruck des Regelmässigen und des Symmetrischen ist. Wo aber das Maass des Vergleiches suchen und finden, wo die Analogie beginnen mit jenen Notionen, welche nicht unmittelbar und unausweichlich aus ihr selbst entfliessen?

Sagen wir, dass eine Wissenschaft auf Fundamentalkenntnissen ruhen müsse, so schreiben wir diesen Kenntnissen den Character der aufgestellten Principien zu und betrachten diese als anerkannte Wahrheiten, welche selbst nichts anderes sind, als die aus den unveränderlichen Phänomenen abgeleiteten Thatsachen.

Die wesentliche Eigenschaft dieser Grundbegriffe ist ihre Einfachheit, welche wieder den Stempel der Klarheit an sich trägt; so wie sie besonderer Explicationen oder gar der Beweise bedürfen, so ist ihr Character schon verdorben: lassen sie aber verschiedene Auslegungen zu, so

Digitized by Google

sind sie nicht mehr fundamental. Je tiefer wir uns in eine Art Prüfung einlassen, um so mehr müssen wir bemerken, dass diese Elementarnotionen in sehr enge Grenzen eingeschlossen, und dass von den wenigen noch manche in einem Zustande sind, welcher ein fortgesetztes Studium bedingt.

Betrachten wir einige der Grundbegriffe näher, die ihre Anwendung in der astronomischen Theorie gefunden haben.

ZEIT, RAUM, MATERIE, BEWEGUNG, KRAFT.

[1.] Würdiger, beliebter Gegenstand der Mythe ist die Zeit, sie ist keine Realität, ihre Existenz ist nicht nachweisbar, denn sie ist von keinem unserer Sinne wahrnehmbar. Erzeugniss unserer Empfindung, unsers Bewusstseins der *Dauer*, ist die Zeit eine unausweichliche Macht geworden, sie hat eine Positivität erhalten, und veranlasste so die verschiedensten Ideen über ihr Wesen.

Ohne sie geht gar nichts vor, sie ist immer da, sie begleitet Alles, was ein Dasein hat; sie stellt die Vergangenheit, die Gegenwart und die Zukunft vor; sie ist unendlich; sie reisst Alles mit sich; sie macht allen Dingen ein Ende und ist somit ein destructives Element; sie führt Alles mit sich, was erscheint, was neu ankommt, sie ist demnach productiv; sie lasst sich theilen bis ins Unendliche, und ist eine stets wachsende Quantität; sie geht unaufhaltsam fort, ohne je stille zu stehen, sie ist somit die Bewegung selbst; sie misst die Dauer; sie repräsentirt die Zahlen etc., aber trotz der Verschiedenheit ihrer Rollen weiss es Jedermann, dass sie constant, unveränderlich ist, Jedermann ist von ihrer Positivität, von ihrer Nothwendigkeit überzeugt. Die Ueberlegung aber sagt: die Zeit bewegt sich nicht; die Zeit nimmt weder zu noch ab; sie wird nicht grösser und nicht kleiner; es ist die Dauer irgend eines Phänomens, welche das ideale Wesen — Zeit genannt — bestimmt.

Sagt man, dass die Zeit durch die Bewegung gemessen wird, so setzt man schon voraus, dass die Bewegung selbst eine endliche Dauer hat; ist sie eine ununterbrochen fortdauernde, so misst sie die Zeit nicht mehr; Zeit und Bewegung repräsentiren dann gleicherweise die — Ewigkeit. Die messende Bewegung muss demnach entweder intermittent oder periodisch sein, sie muss eine bemerkbare, eine angebbare Dauer haben, folglich eine Quantität der Zeit schon in sich enthalten.

Die Bewegung ist verschiedener Art. Das Beschreiben von geraden und krummen Linien — gross oder klein aber bestimmter Grösse oder Ausdehnung — mit grösserer oder minderer Geschwindigkeit, gibt eine Dauer; Schläge oder Oscillationen, Töne, die Pulsation, die Respiration, das Durchlesen einer Schrift, eine gehaltene Rede, das Nachdenken etc.

Digitized by Google

messen durch ihre Dauer die Zeit. Sind nun Dauer und Zeit Synonyme, so handelt es sich um die Bestimmung der Quantität, welche sie vorstellen, es handelt sich um eine normale Dauer, um die Einheit derselben, mit welcher dann alle übrigen verglichen und durch selbe ausgedrückt werden können: ohne eine solche Einheit könnte man nicht zum Begriff der Dauer der Zeit gelangen.

Die Zeiteinheit ist dem Menschen durch die Erdbewegung aufgedrungen; ohne diese irdische Zeiteinheit könnte die Astronomie keine Wissenschaft sein; es ist somit deutlich, dass die exacte Bestimmung und die volle Kenntniss derselben die erste der Fundamentalkenntnisse sein muss.

[2.] Die Voraussetzung war eine ganz natürliche, dass die Dauer einer Axendrehung der Erde — ihrer Rotation — die Zeiteinheit sein müsse und dass durch die Dauer ihrer Revolution eine höhere Einheit gegeben ist. Die erste wird der Tag, die zweite das Jahr genannt; es handelte sich nun darum, diese beiden Dauern kennen zu lernen, um sie mit einander in Rapport zu bringen.

Wenn die heutige Theorie sich über diese beiden Bewegungen der Erde und ihrer Perioden keine Rechenschaft geben kann, so liegt der Grund darin, dass sie bei Begriffen stehen geblieben ist, welche nicht erlauben klar zu sehen. Sind die Sterne und die Sonne gleich fix, so hat man die Wahl, die Erdbewegung entweder auf die Sterne oder auf die Sonne zu beziehen; ist die Bewegung der Sonne eine Thatsache, versetzt sich das System im Raume, so kann keine Rede mehr davon sein, dass die Planetenbewegung sich auf die Sterne beziehen könne. Die Sonne kommt nicht zu derselben Zeit in den Meridian, die Ursache ihrer Variationen suchte man in der Schiefe der Ecliptik; die Sterne hingegen kommen — nach ihrer Uhr — stets zu derselben Zeit in das Mittagsrohr, sie verrathen somit eine constante Dauer. Dies ist der Grund, warum man den Sternen den Vorzug einräumte und für eine Thatsache erklärte, dass die Rotationsdauer der Sterntag ist.

Die Bestimmung der Revolutivperiode wurde auf die entgegengesetzte Art gemacht; hier coincidirt die Erdstellung mit jener der Sonne jedes Jahr fast in demselben Moment, etwas später mit einem Stern. Die Coincidenz der Sonne mit demselben Stern wechselt beständig; jedes Jahr führt einen andern Stern an die Stelle des früheren, und trotz der Regelmässigkeit der Erscheinung hat sich die Theorie für die siderische Umlaufszeit entschieden!

Der Theorie aber ist widersprochen, sie ist verläugnet nicht allein von den Phänomenen, sondern auch von der practischen Wissenschaft selbst, welche den mittleren Tag und das Sonnenjahr als Einheiten nimmt und auch nehmen muss. Bedient sie sich der Sternuhr, so geschieht dies aus Bequemlichkeit.

Digitized by Google

Dadurch, dass sie die Rotationsdauer auf $23^h56'4''091$ in mittlerer Zeit angibt, hat die Theorie eines der Haupthimmelsphänomene, die jährliche Umdrehung des Sternhimmels unterdrückt, d. h. sie hat die Circulation der Erde aufgehoben und hat ihr ausser ihrer Rotation keine andere Bewegung erlaubt; sie hat nicht bemerkt, dass eben in dem Umstande, dass die Sterne täglich um $3'55''909$ früher in den Meridian kommen, der unumstössliche Beweis liegt, dass die Rotationsdauer der mittlere Tag ist.

Sagt nun von der einen Seite die Theorie, dass die Zeiteinheit der Sterntag, die Praxis aber von der andern Seite, dass diese der mittlere Tag ist, so ist die Einheit der Ersteren unbrauchbar und die Letztere wendet eine imaginäre Einheit an, welche nicht durch die Erdbewegung gegeben ist. Wir haben in der Doppelbewegung der Erde die wichtige, die grosse Lehre gefunden, dass die ihr System beherrschende Sonne die Bewegungen der Planeten und ihrer Monde leitet, dass ihre Perioden sich nur auf die Sonne allein beziehen; wir können somit als eine Thatsache anerkennen und als ein Axiom aussprechen, dass es nur eine Art Zeit, nur eine constante Einheit der Dauer für den Erdbewohner gibt und diese die Dauer der Rotation ist; eine Zeitquantität, welche der mittlere Tag genannt und durch die 24 Stunden der mittleren Uhr repräsentirt wird.

|3.| Etwas weniger transcendent, aber ein eben so unerklärliches Wesen wie die Zeit, ist der Raum. Es ist die Ausdehnung in das Unendliche nach allen Richtungen.

Der Raum ist besonders geeignet, als Stütze zu dienen zu einer Art Auffassung des Unendlichen, denn man kann sich kaum vorstellen, dass er begrenzt sein könne; denken wir uns eine solche Grenze, so ist diese selbst im Raume und darüber hinaus, was? Sagen wir ein Nichts, so ist dieses Nichts abermals der Raum selbst und so fort, weiter und weiter.

Der Raum ist unveränderlich und regungslos, er bleibt an seinem Platze und überlässt Andern die Sorge, sich in ihm zu versetzen, sich einen beliebigen Ort zu wählen. Er ist wie die Zeit eine Quantität und lässt sich in seinen kleinsten Theilen messen; um ihn aber messen zu können, muss man ihn einrahmen, einfassen, man muss ihn verkörpern, ihm eine Gestalt geben.

Die Astronomie beschäftigt sich wenig mit dem eigentlichen Raume, sie zählt die Linearentfernung und Bewegung, sie misst die Winkel; durch die Einführung der Ebenen und Flächen hat sie sich bis zu zwei Dimensionen erhoben, die Sonnenbewegung wird sie lehren, drei in Betrachtung zu ziehen. Ihre Kegelschnitte liegen eben so in der Ebene wie ihre geschlossenen Bahnen. Wir haben aus einem Buche citirt, dass die Astronomen die absolute Bewegung im Raume nicht betrachten, sondern nur die auf die Sonne relativen der Planeten — auf dem Papier. Kein Astronom darf und kann seit Kepler zweifeln, dass die Planeten und

Digitized by Google

Monde sich in Ellipsen bewegen: die elliptische Bahn ist ihr Credo, sie ist ja so leicht zu berechnen! „Die Sonne bewegt sich mit einer Geschwindigkeit von 12 Meilen per Secunde in gerader Linie fort und wird sich noch viele Tausend Jahre so fortbewegen, ohne dass die Gerade krumm wird;“ folgt hieraus nicht klar, dass die Planeten sich in der invariablen Ebene einer geschlossenen Ellipse bewegen müssen, und somit auf ihren Plätzen bleiben, der Sonne nicht nachfolgen; dies hindert jedoch nicht, dass sie zugleich um den Mittelpunct der Sonne kreisen. Da sich nun eine Linie doppelter Krümmung nicht in eine Ebene legen lässt, somit das flache Gesetz Kepler's nicht respectirt, so bleibt wohl nichts übrig, als dass die Planeten in ihre geschlossenen Ellipsen gebannt, Perturbationen aller Art ausgesetzt bleiben müssen.

Der Himmelsraum ist bevölkert, mehr oder weniger dicht dehnt sich die Bevölkerung nach allen Richtungen aus; zusammengenommen nennt man sie das Universum, welches sich somit von einem Theile des Raumes in den andern versetzt. Bemerken wir wohl, dass in diesem Sinne genommen das Universum, die materielle Welt, die sich in dem unendlichen Raum versetzt, nur ein kleiner Theil des grossen Alls, der Natur selbst ist, welche sowohl die Welt, als die Zeit, den Raum etc. in sich fasst. In dem engen Sinne kann man selbst die Gesammtheit der sichtbaren Objecte, wie dies mit dem Sternhimmel der Fall ist, die sichtbare Welt nennen; um diese zu vergrössern, hat man nur so viel unsichtbare Welten hinzuzufügen, als man eben — benöthigt.

Eine gute Eigenschaft des Raumes ist, dass darin die Imagination sich gar nicht beengt fühlt, sie kann sich mit beliebiger Geschwindigkeit in — Hyperbeln bewegen. Spricht man aber Wissenschaft, so wird man ganz demüthig und gesteht seine — Ignoranz.

Es scheint uns — durch die Phänomene — deutlich ausgesprochen zu sein, dass die himmlische Bevölkerung von der Unendlichkeit des Raumes Gebrauch macht und sich darin beständig, unaufhaltsam versetzt: ein Himmelskörper bleibt nicht einen Moment auf seinem Platz und hat er diesen einmal gewechselt, so kehrt er nie mehr zurück. Die Ideen über die allgemeine Gravitation müssen die Ideen über die allgemeine Ortsversetzung hervorbringen. Die Sonnenbewegung z. B. sagt, dass es keine geschlossenen Curven gibt, und dass das Zurückkehren zu derselben Position im Raume eine Unmöglichkeit ist. Wenn demnach die allgemeine Fortbewegung und Ortsversetzung im Raume erkannt ist, so wird es klar, dass die relativen Stellungen der Himmelskörper, so wie diese uns erscheinen, nothwendigerweise gleichfalls sich ändern müssen.

Hieraus folgt der Fundamentalbegriff, nach welchem es in den Himmelsräumen nichts Fixes geben kann und dass sowohl gewisse Ideen als auch Worte einer Correction bedürfen. Es gibt somit keine Centralsonnen, keine Centralgruppen, so wie es keine Fixsterne gibt. Die alte

Astronomie hat die Planeten und Monde Wandelsterne und im Gegensatze zu diesen die scheinbar unbeweglichen Sterne Fixsterne genannt. Im Allgemeinen nennt man jeden Himmelskörper ein Gestirn (Astre), speciell hat man die selbstleuchtenden, Sterne oder Sonnen genannt; nach den neuesten Ansichten kann es Sonnen ohne System, ohne Planeten geben; es können ausgelöschte — also unsichtbare — Sonnen mit oder ohne Planeten, unsichtbare Systeme da sein; es können Sonnen um Sonnen, Fixsterne um Fixsterne, Gruppen um einzelne Sterne und um Gruppen, ja ganze Regionen um einen Centralpunct circuliren. Diesen Ansichten mangelt die wissenschaftliche Basis, sie sind nicht zu bewahrheiten; das Factum ist, dass die uns bekannte selbstleuchtende Sonne ein System von dunklen (opaken) Weltkörpern — Planeten mit ihren Monden — mit sich führt, welche sie beleuchtet; die übrigen Himmelskörper die sich uns als Lichtpuncte zeigen, können so lange einfach Sterne genannt werden, als man sie ihrem Aspecte nach mit dem Sonnensystem in Vergleich bringt, fix sind sie aber nicht.

Sagt man, dass die grosse Natur sich selbst stets gleich, nach denselben unabänderlichen Gesetzen sich formulirt und manifestirt, so kann man nach der Analogie schliessen, dass das Sonnensystem kein specieller Fall ist; erkennt man aber, dass die Natur eben in den Variationen in das Unendliche sich gefällt, und beständig durch die zahllosen Modificationen ihrer Producte sich auf andere Weisen beurkundet, so hört jede Analogie auf.

Mit der sichtbaren Bevölkerung des Raumes hat demnach der Mensch nicht genug; die Himmelskörper stossen nicht wie die Häuser aneinander, sie sind von einander viel zu weit entfernt, es scheint zwischen je zweien ein immenser Raum zu liegen, der gleichfalls auszufüllen ist. Aus dem Umstande, dass wir auf der Erdoberfläche inmitten einer ziemlich dichten Luftmasse stecken, haben schon die alten Weisen sehr weise geschlossen „natura abhorret vacuum“ und haben den leeren Himmelsraum mit Ethèr angefüllt. Dieser Raum aber enthält nebst dem Ethèr noch allerhand Dinge, so muss er z. B. beständig mit Licht voll sein, denn das Licht der unzähligen Sonnen läuft beständig nach allen Richtungen, von einer Region zur andern und von da wieder zurück; da die Wärme in Verbindung mit dem Licht mit derselben Geschwindigkeit sich bewegt, und gleichfalls nach dem Quadrate der Entfernung sich abschwächt, so muss der Raum auch mit Wärme gefüllt sein; sagen nun die Physiker dass die Temperatur des Himmelsraumes 150 Grad unter Null ist, so muss man sich erinnern, dass jeder Temperatursgrad noch immer ein Wärmegrad ist, und wenn wir erfrieren, so ist dies nur eine physische Illusion; da mit Licht und Wärme die Electricität in unverkennbarer Verbindung ist, so muss der Raum auch mit dieser gefüllt sein; hat endlich die Gravitations- oder Schwerflüssigkeit gleichfalls ihre Geschwindigkeit, so muss der Raum

Digitized by Google

alle gegenseitigen Anziehungen einstweilen in sich aufnehmen; indem nun die Geschwindigkeit der Schwere wenigstens 100 millionenmal grösser als jene des Lichtes ist, so wird es begreiflich dass ihre Communication — Verkehr — im Raume bedeutend dichter ist. Der Leser kann nicht überrascht sein, wie in der grossen Natur sich Alles nach dem Quadrate richtet; das Licht läuft 10000mal schneller als die Erde, die Electricität 10000mal schneller als das Licht, und die Attraction 10000mal schneller als die Electricität!

Zeit und Raum beziehen sich auf einander nicht, sie messen sich nicht, sie werden aber durch die Bewegung in Rapport gebracht.

Alles Körperliche befindet sich im Raume; jeder Körper nimmt einen Raum ein, der gleich seiner Ausdehnung (Grösse, Volum, Gestalt, Figur oder Form) ist; der Raum kann somit alle Dimensionen annehmen, und so gibt es einen Linear-, einen Flächen- und einen körperlichen oder figurirten (gestalteten) Raum; in dem von einem Körper eingenommenen Raum kann kein anderer Körper sich zugleich befinden, d. h. zwei oder mehrere Körper können nicht denselben Raum einnehmen; kein Körper kann mehr als einen ihm entsprechenden Raum einnehmen; ein Körper kann nicht an zwei oder mehreren Orten zugleich sein. Diese einfachen Fundamentalsätze entfliessen aus der Natur selbst, und kein Sophisma vermag selbe abzuändern.

[4.] Eine klare, befriedigende Definition der Materie ist kaum möglich; sagen wir im Allgemeinen, dass alles das, was durch den einen oder den andern unserer Sinne wahrnehmbar wird, materiell ist, so muss dieses aus näheren Betrachtungen hervorgehen. Man kann nicht wohl sagen, dass Alles was ist, auch zugleich materiell ist, ja selbst wenn man sagt, dass alles das, was der Materie innewohnt zugleich materiell ist, hat man die Grenze des Materiellen, den Uebergang desselben zum Immateriellen aufgehoben. Dass auch das Unkörperliche da ist, beweisen die zwei Dinge, Zeit und Raum.

Die Physik hat den Unterschied zwischen ponderabel und imponderabel aufgestellt; das Unwägbare nennt sie nicht immateriell, sie verkörpert aber offenbar z. B. das Licht, die Wärme und die Electricität.

Die Modificationen der Materie sind unendlich, so wie jene ihrer physischen und chemischen Eigenschaften; setzen wir z. B. als beide Grenzpuncte der Dichtigkeit das Platin und das Oxygen, so ist ihr Verhältniss wie 17000 zu 1. Die scheinbare Verschiedenheit der Materie führte auf den Ausdruck „Stoff“ und man sagt die Materie ist „Eins,“ die Stoffe sind verschieden; so nannte man die Gasarten Stoffe, so sagt man Zünd- oder Brennstoff, ja man spricht vom Wärmestoff.

Um die Materie analytisch zu betrachten, zerlegt man sie in ihre kleinsten Theile; diese werden Atome oder Molecule genannt; später kam das unnütze sinnstörende Wort „Sonnenstäubchen“ hinzu; alle diese

Digitized by Google

Worte können nichts anderes bezeichnen wollen, als die äusserste Grenze der Quantität, welche unserer Vorstellung zugänglich ist; das unendlich Kleine ist noch kein Nichts, es muss sich aber dem Nichts nähern, und dennoch lässt sich von dem Molecul der Materie der Begriff seiner Ausdehnung, selbst seiner Figur nicht trennen, denn hat endlich etwas gar keine Dimension — wie der geometrische Punct — so hört es auch auf materiell zu sein. Zu allen Zeiten hat man ein Atom, ein Molecul mit einer Figur oder Form versehen, bald waren sie Keile, körperliche Dreiecke, bald Prismen oder Sphären etc., wenn aber die Materie durch die Verkleinerung — selbst in das Unendliche — nichts von ihren Eigenschaften verliert, so werden ihre Atome den Character, den Typus derselben an sich tragen; so wird z. B. ein Atom Kochsalz die Figur eines Würfels beibehalten etc.

Zwei wichtige Sätze gehen aus der analytischen Betrachtung hervor: 1. Die Materie bleibt unter allen Verhältnissen Materie; sie behält in allen Dimensionen und Formen alle ihre Eigenschaften; modificiren kann sie sich in das Unendliche, nie aber kann sie immateriell werden. 2. Indem sie nie Null werden kann, ist sie auch nicht vernichtbar und der gewöhnliche Sprachgebrauch sagt, sie ist nicht vergänglich, sie ist ewig. Man kann bemerken, dass das — Immaterielle gleichfalls unvergänglich und ewig ist, dabei aber noch die Eigenschaft der Unveränderlichkeit besitzt, welche der Materie nicht zukommt.

Die Astronomie hat mit soliden Körpern, mit Sphären und ihren Massen zu thun. Wie diese Körper solid geworden, wie sie ihre Form erhalten haben? sind Fragen welche sie nicht beantworten kann. Man hat über die Entstehung der Himmelskörper schon genug gefaselt und besonders hat der Einfall Adepten gefunden, dass sie durch Verdichtung der im Raume als Nebel zerstreuten Materie entstanden sind. Wie ist aber der Nebel entstanden, welche Kraft ihn in den Raum zerstreut? Wir hatten bereits Gelegenheit über diesen Gegenstand einige Bemerkungen zu machen, und werden in der Folge noch darauf kommen, hier erwähnen wir nur, dass die cosmogonischen Ideen im Allgemeinen eine grosse Geistesarmuth des Menschen verrathen; mit den Zauberern und Geistern kann man im Weltall nicht viel ausrichten, und der poetische Schwung führt in das — Wasser; die Natur lässt sich nicht nach der Einbildung modeln, ihr *Warum* gehört nicht in die explicative Wissenschaft.

[5.] Man sagt im Allgemeinen, was sich wahrnehmbar bewegt, was im Raume seinen Ort verändert, das ist materiell; wo Bewegung ist, da ist auch eine bewegende Kraft; eine Kraft kann nur auf die Materie einwirken, die Kraft ist der Materie inwohnend, folglich ist sie selbst materiell, woraus alsogleich folgt, dass die Materie auf die Materie einwirkt, und dass alle Körper aufeinander — gegenseitig — einen Einfluss ausüben.

Digitized by Google

Wir sehen dass hier darauf ankommt, welche Vorstellung man sich von diesen Dingen macht, und in welche Worte man seine Vorstellung kleidet? Der Satz z. B. „ein Körper bewegt sich in Folge einer erhaltenen Impulsion," enthält die Vorstellung, dass die einwirkende Kraft von einem andern Körper ausgegangen ist. Setzt man nun voraus, dass das Licht, die Wärme, die Electricität und die Attraction sich bewegen, und schreibt man ihnen bestimmte Geschwindigkeiten zu, so muss man sich entweder vorstellen, dass sie durch eine von ihnen unabhängige Kraft in Bewegung gesetzt wurden, oder man muss annehmen, dass sie selbst als Kräfte mit einer eigenen spontanen Bewegung versehen sind. Diese letztere Anschauung verändert die ersteren Begriffe über Materie, Bewegung und Kraft, sie bedingt eine Classification der Kräfte, welche ihrer Verschiedenheit nach verschieden einwirken und so auch verschiedene Effecte hervorbringen.

Aus demselben Satz folgt die Vorstellung, dass der Körper ohne die Einwirkung einer bewegenden Kraft still stehen, ruhen würde. Hieraus entstand der Begriff der Inertie der Materie, und die Mechanik machte einen grossen Sprung als sie die *Inertie* für ein Naturgesetz erklärte, denn sie hat zwischen speciellen Begriffen eine Wahl getroffen. Wirkt die Materie auf die Materie, ein Körper auf den andern, so ist diese Wirkung eben so permanent, eben so unvergänglich als die Materie selbst, woraus dann die Permanenz der Bewegung aller Körper hervorgeht, und dadurch somit der Begriff der Fixität sowohl als auch jener der Inertie vernichtet ist.

Ist die Kraft der Materie innewohnend, so ist es die Bewegung auch; die beiden sind somit unzertrennlich, Materie und Bewegung sind zugleich entstanden.

[6.] Die Inertie ist kein Naturgesetz, sie ist ein relativer Begriff, formulirt durch den Eindruck, welchen die auf der Erdoberfläche wahrnehmbaren Erscheinungen auf unsere Sinne ausüben. Die spontane Bewegung eines Theiles der organischen Materie und die scheinbare Unbeweglichkeit des anorganen Erdbestandtheils haben den Grund zu dem Begriff der Inertie gelegt.

In ihrer Doppelbewegung führt die Erde alle ihre Theile mit sich, ohne davon den geringsten zurückzulassen: dies ist selbstverständlich; die Erde aber theilt ihre Bewegung allen ihren Moleculen mit; will man demnach einem oder dem andern scheinbar ruhenden Theile ihrer Materie eine andere Bewegung mittheilen als er bereits besitzt, oder diese hemmen, so ist es natürlich, dass man eine Kraft anwende, welche gross genug ist, um seine von der Erde ihm mitgetheilte Geschwindigkeit aufzuheben oder dieser eine andere Richtung zu geben.

Um der Erdbewegung folgen zu können, müssen die Theile wohl beisammen bleiben, sie müssen an der Sphäre festhalten, dies ist das

Digitized by Google

Werk der Anziehung, sie beurkundet sich auch durch die Cohäsion der Materie; aber trotz dieser Attraction — welche offenbar auf die relative Ruhe der Erdtheile hinarbeitet — ist jeder bewegliche — flüssige oder schwebende — Theil in eine besondere Bewegung versetzt, durch jene impulsive Kraft, welche auf die Erdsphäre selbst ursprünglich eingewirkt hat oder noch einwirkt.

Die Atmosphäre und die Wassermassen sind in beständiger Bewegung; ihre relative Ruhe ist unmöglich; ihr Normalzustand ist die relative Bewegung. Diesen Zustand nennt die Theorie „Störung des Gleichgewichtes," wo es doch deutlich erscheint, dass zur Erhaltung des Gleichgewichtes eben diese Bewegung unerlässlich ist. Der Regen, der Schnee und der Hagel fallen aus der Luft auf die Erdoberfläche; in Bezug auf den Erdglobus ist das Phänomen ein constantes, so wie die Verdünstung constant ist. Die Atmosphäre ist überdies ein wahres chemisches Laboratorium, da sammelt sich die Materie in ihren verschiedenen Modificationen an, sie wird von den Kräften Licht, Wärme und Electricität mannigfaltig transformirt. Diese unablässige Arbeit würde auch dann noch theilweise vorgehen, wenn die Erde keine Bewegung hätte.

Die Erdoberfläche ist durch den Einfluss der waltenden Kräfte sowohl als auch durch die Luft und die Wässer in einer beständigen Umwandlung; hier fallen Felsstücke ab, um sich nach und nach in Staub zu verwandeln, der dann für den Organismus als Nahrungsstoff dient; die organische Materie transformirt sich unaufhaltsam, sie nimmt neue Gestaltungen an etc. Das Innere der Erde ist in einer steten Arbeit; die verschieden modificirte Materie in Wechselwirkung, die Gasarten, Flüssigkeiten, brennbare Stoffe etc. erzeugen Phänomene wie die Erderschütterung und die Vulcane; da crystallisirt sich die Materie — eine wahrhaft sublime Bewegung — dort petrificiren sich leichtere Substanzen. Selbst eine Kraft, wird die Materie auf diese Art von verschiedenen Kräften auf physischem und chemischem Wege angegriffen; ihr Zweck und ihr Erfolg ist die ununterbrochene Transformation derselben.

Wo ist nun, fragen wir, die Inertie? Ist es nicht ein armseliger Begriff, der Natur das Gesetz der Inertie zuzuschreiben? Es scheint uns, dass, um gewisse Gelehrte davon zu überzeugen, dass die Natur keine Inertie kennt, nichts Geringeres nöthig wäre, als die Production — vielleicht jeden Sonntag — eines grossen Ballets, in welchem alle Molecule der Erde mittanzen.

Für die Astronomie ist es ganz gleichgiltig, ob man sich eine Inertie einbildet oder nicht, sie sieht nichts Anderes als die Bewegung, und sie kann sich nicht vorstellen, wie ein Himmelskörper im Raume unbeweglich hängen könnte: die von der Theorie imaginirte Fixität ist ohnehin nicht mehr an der Tagesordnung.

Digitized by Google

Der Begriff der Inertie wohnt somit in folgendem vulgären Satz: „die leblose Materie kann keine eigene Bewegung haben; bewegt sie sich, so ist dies die Folge der Action einer bewegenden Kraft."

[7.] Ist die Bewegung der Ausdruck der Action einer Kraft, so ist sie die in Bewegung verwandelte Kraft selbst; man kann somit eine für die andere setzen. Obwohl nun die Bewegung die Kraft repräsentirt, so ist diese Letztere im Allgemeinen nicht bestimmbar; d. h. ihr Ursprung oder ihre Natur können bekannt oder auch unbekannt sein, aber die Art der Action einer selbst bekannten Kraft, die Art, wie sie eine Wirkung hervorbringt, oder die Art, wie sie auf die Materie einwirkt, ist gar nicht bestimmbar und wird wohl dem Menschen für immer verborgen bleiben, der somit angewiesen ist, die hervorgebrachte Wirkung durch die Beobachtung zu erkennen, ohne je zu der Kenntniss des Mechanismus selbst gelangen zu können.

Aus der Verschiedenheit der beobachteten Effecte schliesst man auf die Verschiedenheit der Kräfte, so z. B. zeigt es sich, dass die Wärme, die alle Körper ausdehnt, als eine bewegende Kraft betrachtet werden kann; sie wirkt durch die Extension oder Expansion impulsiv ein, ja sie zerstreut die Materie, man kann sie somit eben so wie das Licht und die Electricität eine dispersive Kraft nennen, wohingegen die Attraction als eine collective Kraft erscheint, welche nach Innen wirkt und die Materie zu consolidiren, die Materie mit der Materie zu vereinigen sucht. Kräfte, die — je nach ihren Polen — anziehen und auch abstossen, hat man Polarkräfte genannt; die genannten drei Kräfte, Licht, Wärme und Electricität sind somit zugleich Polarkräfte, nicht aber die Anziehung. Dass alle die für uns als verschieden erscheinenden Kräfte für die Natur nur eine und dieselbe Kraft sein können, ist wohl einleuchtend.

In ihren unendlichen Phasen wird die Bewegung „Geschwindigkeit" genannt: diese ist somit der Kraft proportional. Je grösser oder kleiner die einwirkende Kraft, desto grösser oder kleiner die Geschwindigkeit; diese beiden sind sich demnach an Grösse stets gleich. Dieser Umstand führt zu dem Begriff der Quantität und die Mechanik betrachtet gleiche oder ungleiche Quantitäten, Summe oder Differenz der bewegenden Kraft in ihren Wirkungen und nennt dies die Kraft decomponiren und recomponiren; sie lässt z. B. zwei solche Kraftmengen auf einen geometrischen Punct in verschiedenen Winkeln (Richtungen) einwirken und nennt den Effect die „Resultante." In dem „Parallelogramm der Kräfte" nimmt die Resultante mit dem Wachsen des Winkels — und zwar progressiv — ab, bis sie bei 180° und gleichen Kräften Null wird. Sind die Kräfte ungleich, so ist die Resultante durch ihre Differenz erzeugt.

Da nun die Kräfte auf einen unkörperlichen Punct nicht einwirken, diesen nicht in Bewegung versetzen können, so ist es deutlich, dass die

Digitized by Google

Analyse eigentlich die Wirkung zweier oder mehrerer Kräfte *auf einander* betrachtet, die sich gegenseitig um so mehr schwächen, als sie sich mehr und mehr gegen einander neigen oder richten; wirken demnach zwei gleiche Kräfte in entgegengesetzter Richtung auf einander, so heben sich gleiche Quantitäten auf, die beiden Kräfte haben sich gegenseitig vernichtet; waren sie ungleich, so bleibt ihre Differenz als wirkende Kraft übrig.

Die Resultate der analytischen Betrachtungen sind, wie das nicht anders sein kann, vollkommen genau, sie finden aber keine practische Anwendung. Ist von Körpern die Rede, so fangen alsogleich Volum, Masse und Dichte, Figur, Schwerpunct etc. ihre Rollen zu spielen an, und jede veränderte Combination dieser Elemente gibt einen speciellen Fall für sich.

Die Mechanik hat den Satz aufgestellt, dass die bewegende Kraft gleich ist der Masse eines Körpers, multiplicirt mit der erzeugten Geschwindigkeit, und nennt dieses Product zugleich die „Quantität der Bewegung." Sie setzt voraus, dass, sei die Masse noch so gross, die Kraft noch so klein, so erfolgt immer eine Bewegung oder eine Geschwindigkeit, die der einwirkenden Kraft proportional ist.

Dieser Satz und diese Voraussetzung sind durch die Erfahrung nicht constatirt. Einer grossen Masse gegenüber geht eine kleine Kraft gänzlich verloren, ohne den geringsten Effect hervorgebracht zu haben. Man kann sich nun vorstellen, dass diese kleine Kraft sich der Masse mitgetheilt hat, und wenn sie sich erneuert oder während einer gewissen Zeit fortwirkt, so bringt sie eine Bewegung hervor. Aus diesem Grunde meint die Mechanik, dass eine permanent einwirkende Kraft endlich zum Ziele kommt, und sie nimmt daher die Einwirkung während einer Zeitsecunde als Einheit an. Es ist aber ersichtlich, dass hier schon der Begriff der Accumulation hervortritt, dass nämlich dieselbe Kraft mit der Dauer ihrer Einwirkung an Grösse zunimmt, was abermals nicht nachzuweisen ist. Vergebens wird z. B. ein Mensch einen Granitblock das ganze Jahr hindurch zu bewegen suchen, seine angehäufte Kraft wird der Block wohl aufnehmen, sich aber nicht von der Stelle rühren.

Was hat die Mechanik bei dieser Gelegenheit vergessen? Den Widerstand der Materie, ihre eigene Kraft, welche sie der andern entgegensetzt. Diese Kraft, dieser Widerstand — wohl der Gegensatz der Inertie — sind aber der Masse proportional; um nun diese Masse in Bewegung zu setzen, muss eine Kraft angewendet werden, welche den Widerstand besiegt und auch übertrifft, und nur der Ueberschuss der einwirkenden Kraft wird eine ihr proportionelle Geschwindigkeit hervorbringen.

Der Satz, dass eine noch so kleine Kraft einen Effect auf eine welch immer grosse Masse hervorbringt, hat in der Perturbationstheorie seine volle Anwendung gefunden; der kleinste Himmelskörper übt durch seine

Digitized by Google

Anziehung einen Einfluss auf alle andern, grossen und kleinen aus und bringt eine störende Bewegung hervor. Wir haben gesehen, welche Ausdehnung diesem Satze gegeben wurde durch die abenteuerliche Idee, dass, indem die Sonne die Planeten zwingt, um sie Kreise zu beschreiben, die Planeten ihrerseits die Sonne zwingen, gleichfalls Kreise zu beschreiben.“ Diese Art Begriffe sind keine Begriffe, und die Theorie der Perturbation mit ihren verschiedenen und periodischen Einwirkungen gehört nicht unter die *begreiflichen* Dinge, sie gehört nicht unter unsere Grundbegriffe.

Stellt man sich die Art der Einwirkung der impulsiven Kraft vor, wie z. B. ein Himmelskörper ursprünglich durch einen Stoss in Bewegung versetzt wurde, so erscheint diese Einwirkung als eine momentane, nicht aber als eine während einer angebbaren Zeitdauer continuirliche. Es ist somit nur eine und dieselbe Krafteinheit, welche die Bewegung oder die Geschwindigkeit repräsentirt, nicht aber ein Compositum oder ein Agglomerat von auf einander folgenden Einheiten. Die Einwirkung der Kraft während einer Zeitsecunde würde auf diese Art eine unbestimmte Anzahl von auf einander folgenden Stössen, also eine unbekannte Quantität der Kraft vorstellen.

[8.] Die Mechanik sagt: „Ist ein Körper in Bewegung gesetzt, so wird er sich in alle Ewigkeit fortbewegen, wenn er nicht durch die Gegenwirkung einer Kraft oder durch einen Widerstand in seiner Bewegung gehindert und zum Stillstehen gebracht wird.“ Dies heisst mit andern Worten, eine dem Körper mitgetheilte Kraft wirkt beständig fort, und der Körper kann von ihr nicht anders getrennt oder befreit werden als durch die Einwirkuug — im conträren Sinne — einer andern Kraft; dass folglich eine Kraft nur wieder durch eine — und zwar homogen wirkende — Kraft annullirt oder aufgehoben werden kann. Es stellt sich somit aus den Principien der Mechanik heraus, dass der Widerstand eine Kraft ist.

Obwohl auf der Erde eine solche permanente Bewegung eines Körpers nicht aufzufinden ist, so ist der Satz doch ein rationeller, denn man kann sich in der That nicht vorstellen, wie z. B. ein Himmelskörper seine Bewegung verlieren und stille stehen könnte. Sagt aber die Mechanik, dass „die Bewegung nie verloren geht, sondern sich mittheilt,“ d. h. von dem einen Körper auf den andern übergeht, so hat sie dem ersteren Satze eine Auslegung gegeben, welche mit den übrigen aufgestellten Begriffen im Widerspruch ist.

Wie auf einander oder gegen einander wirkende Kräfte sich annulliren, so annulliren sich entgegengesetzte Bewegungen und Geschwindigkeiten; sie vernichten sich gänzlich, folglich kann die Bewegung verloren gehen, denn sie ist effectiv verloren wenn sie aufhört. Eine gegen den Fels geschossene Kugel fällt zu Boden, sie bewegt sich nicht mehr, sie hat

Digitized by Google

ihre Geschwindigkeit dem Fels mitgetheilt, der Fels bleibt regungslos. Stossen zwei Himmelskörper gleicher Masse mit derselben Geschwindigkeit gegen einander, so haben beide ihre Bewegung verloren: ist der eine an Masse kleiner, so hat er seine Bewegung dem grösseren mitgetheilt, seine eigene verloren, ist hiedurch die Geschwindigkeit des grösseren auch grösser geworden? Nein, auch dieser hat den proportionellen Theil seiner Geschwindigkeit verloren und bewegt sich nun mit der Differenz der beiden früheren, der Masse proportionellen Kräfte. Die Summe der beiden früheren Kräfte ist nicht mehr da, es ist die doppelte Quantität Kraft der kleineren Masse verloren gegangen.

Die Bewegung ist gleichförmig oder ungleichförmig. Bewegt sich der Körper mit derselben unveränderten Geschwindigkeit, so ist seine Bewegung eine gleichförmige; nimmt seine Geschwindigkeit progressiv zu, so ist seine Bewegung eine accelerirte (beschleunigte); nimmt sie eben so ab, so ist seine Bewegung retardirt (verlangsamt).

Verhalten sich die Kräfte wie die Geschwindigkeiten, ist die Geschwindigkeit die wirkende Kraft selbst, so muss sich diese nach den drei Fällen verhalten. Im ersteren sich selbst gleich bleiben; im zweiten sich stets vergrössern, im dritten endlich sich vermindern, und wir kommen zu der Vorstellung einer veränderlichen Kraft.

Die erwähnten drei Fälle sind durch zahlreiche Phänomene bekannt, da sie auf der Erdoberfläche vorkommen; ein vierter Fall, der nach der astronomischen Theorie nur in den Himmelsräumen existirt, ist derjenige, nach welchem ein Körper sich mit abwechselnder Geschwindigkeit bewegt, somit seine Bewegung einmal accelerirt und dann wieder retardirt.

Den ersten Fall, die gleichförmige Bewegung nämlich, möchten wir die normale nennen, indem wir die Kraft, welche den Körper in Bewegung versetzt und erhält, die Einheit genannt haben. Da nun eine gegebene Quantität sich nicht selbst ändern kann, so kann die Einheit nur durch eine arithmetische Operation verändert werden. Eine vergrösserte Geschwindigkeit ist eine vermehrte Kraft, so wie die Verlangsamung eine Kraftverminderung ist.

Die Mechanik meint auch, dass, um eine Acceleration hervorzubringen, der früheren — nur eine gleichförmige Bewegung hervorbringenden — Kraft noch eine Quantität derselben Kraft sich hinzugesellen müsse, welche der Acceleration entspricht. Hieraus folgt, dass, um eine Retardation zu bewirken, von der vorhandenen Kraft so viel als nöthig ist wegkommen muss: woraus dann ersichtlich wird, dass die Kraft sich nach und nach abschwächt und mit dem Stillstand des Körpers gänzlich vernichtet ist.

Wir haben somit zweierlei Ansichten. Die gegebene Kraft kann weder vergrössert noch vermindert werden; um wachsende Geschwin-

Digitized by Google

digkeiten hervorzubringen, müssen neue Kräfte zu einander gegeben werden, dies scheint evident zu sein, wie soll sich aber die Geschwindigkeit vermindern, wenn die Kraft dieselbe bleibt? Die elementare Mechanik scheint über diese Frage — wie wir dies noch näher sehen werden — nicht im Klaren zu sein. Widerstand ist Gegenwirkung; ein widerstehendes Mittel ist eine im conträren Sinne wirkende Kraft; um demnach eine progressive Verlangsamung hervorzubringen, müssen entgegen wirkende Kräfte im Verhältniss der Retardation neu hinzutreten, folglich wächst die retardirende Kraft ebenso wie die accelerirende.

Man findet in den Büchern, dass die constante Einwirkung derselben unveränderlichen Kraft die beschleunigte Bewegung hervorbringt. Dieser Satz scheint aus dem Begriffe zu fliessen, den man sich von der Wirkung der permanenten Erdanziehung gemacht hat, welche den frei fallenden Körper in eine accelerirte Bewegung versetzt. Würde dieser Satz allgemein und richtig sein, so müsste ein durch den Wasserfall bewegtes Mühlrad, eine durch Gewichte in Bewegung versetzte Uhr, ein durch die Dampfkraft getriebenes Locomobil etc. sich mit einer beschleunigten Geschwindigkeit bewegen. Man liest z. B., dass, um eine bestimmte Acceleration hervorzubringen, dieselbe Quantität Kraft erneuert, wiederholt angewendet werden muss, und es wird angeführt, dass welcher Natur immer eine Kraft ist, so kann diese der „Action der Schwere" auf einen Körper gleichgestellt werden. Ein Autor gibt folgendes Beispiel: Rollt man durch wiederholte Stösse der Hand ein Fass auf einer glatten Horizontalebene, so kann man demselben eine stets wachsende Geschwindigkeit mittheilen. Man fühlt aber, dass man im Anfange der Bewegung eine stärkere Action ausübt als später; in dem Maasse als das Fass sich schneller bewegt, wird seine Geschwindigkeit weniger accelerirt und es tritt der Moment ein, in welchem man sie gar nicht mehr beschleunigt. Ueberlegt man diesen Umstand, so wird man in der That wahrnehmen, dass, je schneller das Fass sich bewegt, der Druck, welchen die Hand ausüben kann sich um so mehr vermindert und erreicht es die grösste Geschwindigkeit eines laufenden Menschen, so wird es unmöglich dasselbe weiter zu stossen und seine Geschwindigkeit zu vermehren. Die Zunahme der Geschwindigkeit des Fasses bewirkt die Abnahme der darauf einwirkenden Kraft und daher kommt es, dass je grösser die Geschwindigkeit desto weniger kann man sie acceleriren; wenn aber der durch die Hand ausgeübte Druck stets derselbe bliebe, so würde er auch stets dieselbe Vermehrung der Geschwindigkeit erzielen. Das immer schneller rollende Fass entzieht sich mehr und mehr der Action der ihn stossenden Hand, während ein fallender Körper sich der Action der Schwere nicht entziehen kann. (Delaunay Cours de Mécanique. Paris 1862, p. 114, 115.)

Der Autor hat sich somit ein Beispiel gewählt, welches den erwünschten Effect als nicht erreichbar darstellt, vermuthlich aus dem

Digitized by Google

Grunde weil er kein Beispiel kennt, in welchem die beständig erneuerte Kraft das Phänomen des frei fallenden Körpers reproducirt. Die gelungene Darstellung soll uns aber begreiflich machen, dass die anziehende Kraft auf einen Körper so einwirkt, als würde dieser von gleichen Schlägen in unendlicher Zahl und unaufhörlich getroffen sein. Durch diese Vorstellung bleibt sich zwar die Kraft scheinbar gleich, es wirkt beständig nur eine und dieselbe Quantität derselben; in der That aber sammeln sich die Einheiten in unendlicher Zahl und die ursprüngliche Kraftmenge wächst ununterbrochen.

Newton hat durch sein Quadratgesetz die Attraction eines Körpers (einer Masse) weder vergrössert noch vermindert; er hat aber durch die Art ihrer Action ihre Wirkung als eine veränderliche angenommen. Wir haben bereits bemerkt, dass in dem Sonnensystem, wie dieses von der Astronomie dargestellt wird, weder die Proportionalität der Anziehung mit den Massen, noch die Ab- oder Zunahme derselben nach dem Quadrate der Entfernung oder der Annäherung wahrnehmbar ist. Grosse und kleine Massen sind verschiedentlich unter einander vertheilt und somit sind diese Massen, ihrer Situation nach, von der Entfernung unabhängig.

Nach der Voraussetzung der Theorie beurkundet sich die Sonnenanziehung auf die Planeten durch deren Geschwindigkeit, welche in einem gewissen Verhältniss mit der Entfernung abnimmt und aus diesem Umstande ging der Begriff hervor, „dass die Anziehung eine Bewegung hervorbringt, welche im Verhältnisse der Entfernung ist.“ Wir haben gesehen, dass die Sonnenanziehung ihrem Gesammtsysteme dieselbe Geschwindigkeit mittheilt; auch ist jener Begriff durch einen anderen Begriff bereits aufgehoben, denn die Theorie erkennt, dass die Planeten — oder Weltkörper überhaupt — ihre Eigenbewegung durch eine primitive Impulsion erhalten haben. Ist der Satz richtig, dass „die permanente Anziehung eine accelerirte Geschwindigkeit hervorbringt,“ so kann das System Copernik's nicht statthaben, alle Planeten müssen unausweichlich in die Sonne fallen und das Bestehen des Universums ist unmöglich gemacht.

Indem die sich bewegende Sonne das System Copernik's abolirt hat, müssen sich wohl die bisherigen Begriffe über die Bewegung überhaupt und speciell über das Sonnensystem modificiren. Welche immer die Geschwindigkeit ist, mit welcher sich die Sonne im Raume versetzt, so müssen ihr die Planeten — soll ihr System beisammen bleiben — mit derselben Geschwindigkeit folgen, woraus dann deutlich wird, dass die Wirkung der Sonnenanziehung auf alle ihr System bildenden Körper dieselbe ist. Nun kommt die Vorstellung hinzu, dass die Eigenbewegung der Planeten durch ihre Circulation und auch durch ihre Rotation repräsentirt ist, welche die Sonnenbewegung nicht verändert, nicht stört; jene Bewe-

Digitized by Google

gung aber, welche sie mit der Sonne gemein haben, als eine zugewachsene Translationsbewegung, als eine Führungsgeschwindigkeit zu betrachten ist.

[9.] Der Satz, „ein Körper kann die ihm mitgetheilte Geschwindigkeit nicht ändern," folgt natürlich aus den Beziehungen der Bewegung und der Kraft, ist aber identisch mit dem Satze, „eine in einen Körper gelegte Kraft oder eine dem Körper innewohnende Kraft kann sich nicht ändern. Ein sich bewegender Körper wird somit seine gleichförmige Geschwindigkeit so lange erhalten, bis seine innere — mitgetheilte oder eigenthümliche — Kraft nicht durch die Einwirkung anderer Kräfte modificirt wird.

Im allgemeinen kann man sagen, tritt eine Vergrösserung in der Geschwindigkeit ein, so hat sich eine neue Kraft der schon vorhandenen zugefügt, um in demselben Sinne mitzuwirken; findet eine Verminderung der Geschwindigkeit statt, so hat sich gleichfalls eine neue Kraft eingefunden, welche aber der bestehenden entgegen wirkt.

Diesen Satz, welchem man die Rationalität nicht absprechen kann, hat die astronomische Theorie mit Hilfe ihrer variablen Geschwindigkeiten gänzlich umgeworfen, ja vernichtet. Aus den variablen Geschwindigkeiten der Planeten und der Monde entspringen die variablen Entfernungen der Planeten von der Sonne, der Satelliten von ihren Planeten, die Perihelien und Perigéen etc. Die Erde bewegt sich in der einen Hälfte ihrer geschlossenen Ellipse mit einer Acceleration, in der anderen Hälfte mit einer retardirten Geschwindigkeit und zwar aus ihrer eigenen Kraftvollkommenheit. Die Erde muss somit eine spontane Bewegung haben, denn die Theorie ist nicht im Stande nachzuweisen, welche die beschleunigenden und hindernden Kräfte sind und woher sie kommen? Die Theorie sagt nicht, dass die Erde in Folge der Sonnenanziehung in das Perihel kommt, denn dann müsste sie sagen, dass sie in Folge der Sonnenabstossung in das Aphel zurückkehrt, sie sagt nur: ist die Erde im Perihel, so bewegt sie sich der Sonnennähe wegen am schnellsten. Aus dieser Anschauung geht hervor, dass die Anziehung nicht die Annäherung selbst, sondern nur eine grössere Geschwindigkeit hervorbringt, wenn die Annäherung bereits aus unbekannten Gründen stattgefunden hat.

Die Theorie sagt nicht, dass die Acceleration und Retardation der Erdbewegung wechselweise durch die Attraction und durch die Repulsion der Sonne oder der übrigen Körper des Systems hervorgebracht wird, sie weiss, dass diese nur Störungen, Unregelmässigkeiten, Ungleichheiten, Anomalien etc. erzeugen können, die Erdbewegung in der geschlossenen Bahn aber ist eine geregelte, eine stets ungleichartig veränderliche!

Eine variable, intermittente Geschwindigkeit, welche abwechselnd zu- und abnimmt, kann man sich nicht anders vorstellen, als dass entweder die bewegende Kraft sich selbst abwechselnd ändert — was absurd ist, oder dass sich stets neue oder andere Kräfte einfinden und sich wieder

zurückziehen, um einerseits die vorhandene Kraft zu vermehren und so eine grössere Geschwindigkeit hervorzubringen, andererseits sich wieder der Bewegung entgegensetzen um die Geschwindigkeit graduell zu vermindern, was gleichfalls absurd ist.

Indem die Theorie die einfachen Begriffe über die Natur oder Art der Bewegung beseitigte, hat sie an ihre Stelle nichts gesetzt; sie hat kein Princip aufgestellt, welches zum Verständniss ihrer Doctrinen führen könnte; die verworrenen Begriffe über die Anziehung sind sicherlich nicht geeignet Klarheit zu erzeugen, im Gegentheile haben sie diese Frage noch mehr in das tiefe Dunkel gedrängt. Müsste man nicht z. B. behaupten, dass die Action dieser Kraft intermittent und veränderlich ist, dass sie ihren Character stets ändert und bald eine collective Attraction, bald eine dispersive Repulsion wird etc.? An die Stelle der mühselig erworbenen Elementarbegriffe hat somit die Theorie die Leere (le vide) gesetzt, wodurch sie genöthigt ist von einer Absurdität in die andere zu fallen, und man kann bemerken, dass so lange sie nicht neue, begreifliche, rationelle, verständliche und klare Notionen aufstellt, so lange hat man das Recht zu sagen, dass ihre variablen Geschwindigkeiten sowohl als ihre Perturbationen Producte der Einbildung sind.

Dass sie in dem Zustande der Unbestimmtheit nicht bleiben könne, das hat die Theorie empfunden; glücklicherweise hat sie in dem Ethèr eine nie geahnte Eigenschaft entdeckt, welche den Alten — den eigentlichen Erfindern der Substanz selbst — wie natürlich, ihrer geringen Mittel wegen, gänzlich unbemerkt geblieben ist. Der Ethèr nämlich hat die unbezahlbare Eigenthümlichkeit eine Doppelkraft zu sein, und nicht die von ihm beabsichtigte, sondern eine conträre Wirkung hervorzubringen. Wirkt er hemmend ein, so beschleunigt er, wirkt er impulsiv so retardirt er; dass diese neue Entdeckung eine bedeutende Zukunft haben müsse, ist ersichtlich. Es gibt gewisse Dinge, die sich nur auf die Unkosten des menschlichen Geistes kräftigen; je tiefer dieser fällt, desto höher steigen jene.

Bis jetzt hat die Theorie die Methode des Ethèrs nur auf die Cometen applicirt, und wir haben gesehen wie der Comet von Encke durch die Retardation accelerirt wird, da es aber scheint als hätte auch der Mond den Trieb in sich „Zeit zu ersparen," so ist es nicht einzusehen, warum nicht auch er durch den Ethèr veranlasst sein sollte, seine Perioden ein wenig abzukürzen?

| 10. | Alle Phänomene, alle Manifestationen der Natur können als Wirkungen der Kräfte betrachtet werden. Die Action der Kräfte ist permanent wie die Materie selbst; hieraus folgt die beständige Modification derselben.

Abstrahiren wir von der Materie, dass sie an sich schon eine Kraft ist, und stellen wir uns die auf sie einwirkenden Kräfte abgesondert vor,

Digitized by Google

so können wir sagen, dass im Allgemeinen eine Kraft — unsichtbar ist: was sichtbar oder wahrnehmbar wird, ist die Folge ihrer Action: hieraus aber folgt dennoch nicht, dass jeder hervorgebrachte Effect auch nothwendigerweise wahrnehmbar sein müsse. Die grösste Zahl der Wirkungen entgeht unserer Wahrnehmung, obwohl es Effecte für jeden unserer Sinne gibt.

Die meisten Naturkräfte befinden sich in einem latenten Zustande, ohne eine wahrnehmbare Action; damit sie auf diese oder jene Art auf die Materie oder auf einander einwirken, müssen sie zu dieser Action bestimmt werden; alsdann trennen sie sich von der einen Modification der Materie, um auf eine andere eine Wirkung hervorzubringen.

Wir sprechen von Kräften, und es ist mehr als wahrscheinlich, dass die Natur nur eine Kraft, wie sie nur eine Materie kennt, aber in den unendlichen Modificationen der Einwirkung und der Effecte sehen wir eine Verschiedenheit, unter ihnen reelle Unterschiede. Wir können uns aber vorstellen, dass was z. B. den Organismus erzeugt, entfaltet und belebt, die Action einer Kraft ist.

Wir wissen, dass z. B. die Chemie Kräfte erkennt, deren Zahl Legion ist, und welche von Tag zu Tag wächst. Diese Wissenschaft, die Alles durch einander mengt, muss wohl immer neue Combinationen, neue Modificationen der Materie finden; sie lehrt uns aber dass die latenten Kräfte alsogleich ihre Action beginnen, als sie der ihrer Natur adäquaten Materie begegnen, dass sie mit Vorliebe auf gewisse Substanzen (Stoffe) einwirken ohne auf andere zu agiren. Die Theorie der *Verwandtschaften* zeigt auf Neigung und Abneigung, auf Sympathie und Antipathie, auf Anziehung und Abstossung etc. Die Chemie lehrt uns ferner, dass der Effect der combinirten Kräfte ein ganz anderer ist, als jener welcher von der einen oder der anderen vereinzelt hervorgebracht wird. Die drei Brennstoffe z. B., aus welchen das Schiesspulver besteht, machen einzeln genommen, oder zu zwei und zwei combinirt, nur einen geringen Effect, verglichen zu jenem erstaunlichen, denn sie vereint in bestimmten Quantitäten combinirt hervorbringen. Die furchtbare Wirkung der Knallsubstanzen ist ergreifend.

Jede Modification der Materie enthält eine oder mehrere Kräfte. Man weiss, dass das das organische Leben zerstörende Gift sich überall, also auch in dem Organismus selbst vorfindet. Sie sind somit vorhanden diese Kräfte und sie gehen nicht verloren, so lange die Natur selbst nicht verloren geht.

Die Zahl der physischen Kräfte ist gering, und es scheint sich bereits herauszustellen, dass sie unter verschiedenen Namen eine und dieselbe Kraft sind. Licht, Wärme, Electricität, Magnetismus etc. grenzen an die Attraction, die einzige Naturkraft, welche die Astronomie in Betracht zieht. In der neueren Zeit hat die Idee einer Repulsivkraft der Sonne

Digitized by Google

manche Anhänger gefunden und zu gelehrten Abhandlungen Anlass gegeben. Die Mechanik hat die Centrifugalkraft erfunden, und die astronomische Theorie hat diese unglückseligerweise in den Himmel verpflanzt und als ein wirkliches Ding angewendet. An seinem Orte werden wir diesen Gegénstand näher betrachten.

[11.] Es ist allgemein angenommen, dass die Wirkung der physischen Kräfte die Bewegung ist; Bewegung ist Geschwindigkeit, es ist somit nicht zu verwundern, wenn man zu allen Zeiten die Geschwindigkeit der Kraft selbst sich vorgestellt und auch gesucht hat.

Die eigentliche Einwirkung (Action) einer Kraft kann nur instantan (augenblicklich), sie muss von der Dauer, von der Zeit unabhängig sein; es handelt sich somit um die Gradationen der Action, nach der Intensität der Kraft einerseits, und um den Gegenstand — modificirte Materie — andererseits, auf welche die Action sich ausübt.

Die Connexion der erwähnten verschiedenen Ideen im Auge behaltend, dürfen wir nicht vergessen, dass dieselbe Kraft auf die verschiedenen Modificationen der Materie verschieden einwirkt; auf die eine z. B. wirkt sie mit Ungestüm, mit einer Heftigkeit, auf die andere gar nicht. Aus dieser Bemerkung würde nun folgen, dass die Geschwindigkeit einer Kraft, nicht ihrer Grösse oder Intensität proportional ist, sondern dem Effecte ihrer Action, was zu dem Begriffe einer in das Unendliche variablen Geschwindigkeit führt, von der instantanen Action bis Null. Wirkt aber eine Kraft permanent, so ist weder Anfang, weder Dauer, noch Ende der Action, also auch keine Geschwindigkeit vorhanden.

Man findet in den Büchern z. B., dass die Geschwindigkeit der Electricität 10000mal grösser als jene des Lichtes ist. Mit den Zahlen soll man nicht geizen, zehn tausend- oder zehn milliardenmal geht auf dasselbe hinaus, besonders dann, wenn man weder die eine noch die andere der verglichenen Geschwindigkeiten kennt.

Die Studien über die Natur im Allgemeinen, so wie jene über ihre Kräfte, können zu keinem definitiven Resultate führen, sie können sich nicht in ein positives Wissen formuliren, sie sind fortzusetzen. Die Divergenz der Ideen über die Einwirkung der Kräfte erklärt sich von selbst. Oft wirkt eine Kraft auf die Materie und zwar fortgesetzt ein, ohne dass ihre Wirkung sogleich wahrnehmbar ist; aus der verflossenen Zeit zwischen Action und Effect schliesst man auf die Geschwindigkeit der Kraft. Durch diesen Umstand wurde auch Bernoulli verleitet auf die Geschwindigkeit der Anziehung zu schliessen; nachdem die Meeresfluth anderthalb Tage später als die Syzygien eintritt, so muss die Mondesanziehung so viel Zeit verwenden um auf die Erde zu gelangen. Hätte dieser ausgezeichnete Gelehrte aus dem Phänomen nicht eben so gut schliessen können, dass die Fluthen nicht durch die Mondesattraction hervorgebracht sind?

Nach demselben Ideengang, diesen umgekehrt genommen, versichert uns Laplace, dass die Geschwindigkeit der Anziehung 10000mal grösser als jene der Electricität ist. Diese Vorstellung von einer Naturkraft kann die Vernunft nur billigen. Setzen wir voraus, dass der Ausspruch von Laplace mehr als eine Vorstellung, dass er das Resultat wissenschaftlicher Untersuchungen in Folge der Beobachtung ist; haben wir dies zugegeben, so müssen wir auch die unausweichlichen Folgen desselben zugeben. Was sich von der anziehenden Kraft versteht, muss sich von allen Kräften verstehen, indem zwischen ihnen die Natur keinen Unterschied aufgestellt hat; aus der Bestimmung von Laplace folgt somit, dass die Action einer Kraft wie ihre Geschwindigkeit instantan, unaufhörlich, also permanent und zugleich unendlich ist.

Kraft und ihre Wirkung, Bewegung und Geschwindigkeit sind Synonyme, ist die eine unendlich, so ist es die andere auch; wenn die Attraction unendlich ist, so wirkt sie auf das Universum ein und so wird es auch angenommen, dass jeder Himmelskörper alle anderen anzieht und zugleich von allen angezogen ist; dies ist die Allgemeinheit der gegenseitigen Anziehung, der wechselseitigen Einwirkung.

Die Unendlichkeit der Action enthält schon in sich, dass die Kraft sich weder vermehren noch vermindern kann, und dass ihre Geschwingkeit eine gleichförmige sein müsse. Die Attraction wirkt somit gleichförmig, beständig auf dieselbe Art, mit derselben unveränderlichen Kraft. Unabhängig von der Zeit und vom Raume übt sie ihre Action überall und immer, woraus alsogleich folgt, das jenes Gesetz, nach welchem die Attraction mit der Entfernung ab-, mit der Annäherung zunimmt, im schreienden Widerspruch ist mit der Natur der Attraction, mit der Natur einer jeden Kraft.

In der That, ist die Geschwindigkeit der Attraction unendlich, so ist die Sonnenanziehung zu allen Körpern ihres Systems gleichzeitig angelangt; wie kömmt es nun, dass sie auf Neptun 6000mal geringer ist als auf Mercur? Wie hat sie sich in der Distanz, welche die beiden Körper trennt, abgeschwächt?

Aus allen diesen Betrachtungen können wir nichts anderes lernen, als dass die theoretischen Gesetze und Bestimmungen von einander unabhängig sein, wir aber aus ihnen den Schluss ziehen können, dass die bisher aufgestellten Begriffe über die Natur der physischen Kräfte und über das *wie* ihrer Action, nicht unter jene Elementarnotionen gezählt werden können, welche eine Wissenschaft begründen, sondern dass sie nur hypothetische Embryone sind, und wahrscheinlich auch für immer bleiben.

| 12. | Betrachtet man die Beziehungen, in welche Zeit, Raum und Bewegung unter sich kommen, und spricht man von durchlaufenen Räumen, so versteht man unter diesen Linearräume. Welche immer die von einem Körper beschriebene Linie oder Figur, welche Quantität im-

Digitized by Google

mer des von ihm durchlaufenen Raumes ist, so wird er durch ein Längenmaass ausgedrückt.

Da die Bewegung im Raume vorgeht, ein Körper sich während seiner Bewegung von einem Puncte zum andern im Raume versetzt, so messen sich Bewegung und Raum gegenseitig. Richtung, Geschwindigkeit und Dauer der Bewegung können welche immer sein, ihre Quantität allein bestimmt die Quantität des durchlaufenen Raumes.

Macht man einen Schritt vorwärts und einen rückwärts, so hat man denselben Raum zweimal durchgeschritten; grössere Schritte nehmen grössere Räume ein; schnellere Schritte beschreiben grössere Räume in derselben Zeit etc. Setzen wir voraus, der Endpunct eines Secundenpendels beschreibt mit jeder Oscillation den Raum von einem Decimeter; nach 11 Stunden ist er eine Meile, und während des Jahres 789 Meilen durchgelaufen.

Versetzt sich ein Punct in der Länge einer gegebenen Linie, so ist der von ihm beschriebene Raum gleich seiner Bewegung, ob nun diese langsam oder schnell ist; mit einem Worte, so weit sich der Punct versetzt, so viel Raum hat er durchgewandert. Aus dieser Thatsache folgt, dass ein Körper sich nicht von einem Ort auf den andern versetzen kann, ohne einen Raum zu durchlaufen, und dass er weder einen grösseren, noch einen kleineren Raum durchwandern könne, als seine Versetzung beträgt; dass die Quantität der Bewegung unter allen Umständen gleich ist der Quantität des durchlaufenen Raumes, dass die constante Gleichheit der zwei Mengen — der Bewegung und des Raumes — eine Naturnothwendigkeit ist.

Wir werden sehen, wie die Mechanik durch die Aufstellung ihrer Fallgesetze mit dieser Thatsache in Widerspruch gekommen ist.

Ist die Bewegung eine gleichförmige — welche immer ihre Geschwindigkeit sei — so sind Zeit, Raum und Bewegung im directen Verhältniss. Hieraus folgt der Satz, dass in diesem Falle „die durchlaufenen Räume sich wie die Zeiten verhalten.“ Geht die Bewegung in einer gleichgekrümmten Linie vor, so entsprechen gleichen Zeiten auch gleiche Bogen oder Winkel.

Die relative Grösse der Geschwindigkeit wird durch die Dauer der Bewegung und den während dieser Dauer durchlaufenen Raum bestimmt. Da die durchlaufenen Räume der Geschwindigkeit proportional sind, so kommt diese in das umgekehrte Verhältniss mit der Dauer der Bewegung. Je schneller sich ein Körper bewegt, desto kürzer die Zeit, in welcher er dieselbe Quantität des Raumes durchläuft etc. Ist demnach die Quantität des durchlaufenen Raumes dieselbe, so verhalten sich die Geschwindigkeiten umgekehrt wie die Zeiten. Beschreibt ein Körper denselben Raum in einer kürzeren Zeit, so hat seine Geschwindigkeit zugenommen, ist aber diese sich gleich geblieben und hat die Zeit oder die

Dauer der Bewegung abgenommen, so hat sich der durchlaufene Raum vermindert. Aus diesem Umstande ist es ersichtlich, dass, wenn die Mondesperiode im Abnehmen ist, man hieraus auf die Acceleration seiner Bewegung nicht schliessen kann, indem die Wahrscheinlichkeit der Abnahme des von ihm durchlaufenen Raumes dieselbe ist. Sagt man somit, dass des Mondes Geschwindigkeit wächst, während seine Umlaufszeit abnimmt, so hat man seine sogenannte Bahn als unveränderlich angenommen, man hat sich eine fertige fixe Bahn imaginirt; eine solche Bahn — der bewusste eiserne Fassreif — ist um so weniger vernunftgemäss anzunehmen, als der Mond — wie ein jeder andere Himmelskörper — sich nicht in einer geschlossenen Bahn bestimmter Grösse, sondern in einer sich in das Unendliche ausdehnenden Curve bewegt. Geht es aber aus den Beobachtungen klar hervor, dass der Mond gegenwärtig in derselben Zeit grössere Bogen beschreibt, so hat seine Geschwindigkeit entschieden zugenommen.

Geht endlich die Bewegung mit einer abwechselnden Geschwindigkeit vor, so ist der durchlaufene Raum derselben immer noch gleich, um diesen aber durch die Zeit zu messen, muss die Zu- oder Abnahme der Geschwindigkeit für eine gegebene Dauer bekannt sein.

ORIENTIRUNG, PROJECTION UND PERSPECTIVE.

[1.] Der unendliche Raum kennt keine Orientirung, eine absolute Direction gibt es nicht, jede bezieht sich auf Etwas und ihre Benennung ist conventionell.

„Richtung" will sagen, sich gegen ein Object, gegen einen gegebenen Punct wenden, und implicirt somit eine gerade Linie, die als beweglicher Halbmesser einer Sphäre betrachtet werden kann. In Bezug auf unsere Vision liegt der Mittelpunct der Himmelssphäre in unserem Auge, von welchem aus sich der Radius bewegt; es gibt daher so viele Richtungen als die sichtbare Himmelssphäre Puncte enthält. Bezieht sich die Richtung auf einen — grossen oder kleinen — Kreis, so ist ihre Anzahl gleich jener der in der Peripherie enthaltenen Puncte.

Auf der Erde, wo Positionen und Distanzen der Objecte bestimmbar sind, kann ihre Richtung auch benannt werden: dies ist in Bezug auf den Himmel nicht ausführbar. Selbst wenn wir voraussetzen, dass im Weltraume Alles unbeweglich ist, so bleibt die Bestimmung der Lagen und Entfernungen, folglich auch jene der Richtung, noch immer unmöglich. Wir können uns wohl vorstellen, dass, wenn die Entfernung der Sterne bestimmbar wäre, so würden z. B. die sechs Sterne, welche den Endpuncten der drei Cardinalaxen der Himmelssphäre entsprechen, die Lage der Erde im Raume oder doch in Bezug auf die scheinbare

Digitized by Google

Himmelskugel angeben; von einer Richtung aber hätten wir noch immer keine Spur. Nennen wir die scheinbare Lage der Constellationen eine Richtung, so haben wir diese auf eine Sphäre und ihren Mittelpunct bezogen, in welchen wir die Erde setzen, ohne dass wir von der Richtung selbst einer bezüglichen Constellation eine Idee hätten.

Da nun im Weltall Alles sich bewegt, so ist jede Richtung momentan und zugleich veränderlich. Es scheint somit deutlich zu sein, dass die Bestimmung der Sternentfernungen ein Unternehmen ohne Resultat, und eine rationelle Orientirung erst aufzufinden ist.

[2.] Die vier sogenannten Cardinalpuncte liegen in der Peripherie eines — für die Erde horizontalen — Kreises und theilen diesen in vier gleiche Theile. Sie sollen vier Hauptrichtungen vorstellen und zwischen je zweien liegt der Quadrant von 90 Graden. Nimmt man 8, 16, 32 oder 64 Puncte — oder Theile — der Peripherie, um eine „Windrose" zu bilden, so ist dies eine mühselige Bezeichnung der Richtung und könnte füglich durch die Anzahl der Grade selbst ersetzt werden.

Süd und Nord sind die Endpuncte einer Linie, der Erdaxe; verlängert geben sie die Weltpole: Ost und West aber liegen in dem Umfang des Himmelskreises, Aequator genannt: sie sind wie die Pole 180° von einander abstehend, sie sind sich entgegengesetzt.

Keiner dieser vier Puncte kann im strengen Sinne des Wortes eine Richtung genannt werden, da diese erst durch ihre Lage gegen ein gegebenes Object bestimmt ist. Es ist eben so wenig Grund vorhanden, warum der eine Pol Nord und nicht Süd genannt ist, als man die eine Hand eher die rechte als die linke genannt hat; indem kein wahrnehmbares Unterscheidungszeichen zwischen beiden vorhanden ist, kann man sie stets austauschen; hat man sich jedoch für die eine oder die andere Benennung entschieden, so behält man sie.

Ost und West, Orient und Occident sind Auf- und Untergang der Gestirne, erzeugt durch die Erdrotation. Möge sich die Erde nach welch immer einer Richtung drehen, so wird sie sich stets gegen den Orient bewegen, d. h. es ist nicht dieser, welcher die Richtung der Erdrotation angibt, sondern es ist letztere, welche den Orient bestimmt. Da nun der Effect der Rotation Auf- und Untergang der Himmelssphäre und ihres Inhaltes ist, so wird es klar, dass dieser Effect in allen möglichen Richtungen derselbe bleibt, und dass folglich Ost und West keine Richtungen sind.

Im Weltraume gibt es kein Rechts und kein Links, kein Vorwärts und Rückwärts, kein Oben und Unten; die Folgen der mangelhaften Orientirung zeigen sich überall.

Ist vom Sinne der Bewegung eines Weltkörpers die Rede, so hat man nur Worte dafür, nicht aber eine deutliche Vorstellung. Sagt ein Astronom, dass der Comet sich im Ethèr „erhebt," so beurkundet er eine

Digitized by Google

complicirte Begriffsverwirrung: er kommt von der Erde nicht weg, sein Zenith, seine Verticale sind sein Oben, der Ethèr ist die Erdatmosphäre mit ihren verschiedenen Dichten und der Comet ist ein Luftballon. Es gibt Leute, sie schreiben Bücher, die da sagen: „die Erde dreht sich beim Tage gegen Ost und gegen West in der Nacht.“ Die astronomische Theorie ist nicht viel besser daran, für diese gibt es eine directe und eine retrograde Bewegung der Planeten, es gibt recht- und rücklaufende Cometen. Ist die eine Hälfte der Erdsphäre in directer Bewegung, so ist die andere in einer retrograden: die natürliche Folge des Kreislaufes.

[3.] Die gerade Linie kann nur eine Richtung haben, sagt man, ihre beiden Endpuncte liegen aber in der entgegengesetzten Richtung und zeigen auf zwei — einander gegenüber liegende — Puncte der Sphäre. Bewegt sich auf der Linie ein Punct, so kann er sich gegen einen oder den andern der beiden Endpuncte richten; bewegt er sich abwechselnd von dem einen Puncte zu dem andern, so hat er sich vorwärts und rückwärts bewegt, er war direct und retrograd, er hat denselben Weg nach zwei Richtungen durchgemacht: die Direction oder Lage vielmehr der Linie ist dieselbe geblieben, nicht aber der Sinn der Bewegung.

Richtung und Sinn sind somit zwei verschiedene Begriffe, obwohl sie abwechselnd als Synonyme gebraucht werden.

So lange der Punct in der Geraden sich in demselben Sinne bewegt, ist auch seine Richtung dieselbe, sie ist nur Eine: ist aber die Linie gebogen oder gekrümmt, so wird die Richtung eine doppelte. Bewegt sich der Punct im Kreise, so sind seine beiden Richtungen durch die zwei auf einander senkrechten Durchmesser des Kreises gegeben; der Punct muss während einer Circulation die Länge beider Diameter zweimal beschreiben, woraus man schliessen könnte, dass der Umfang eines Kreises aus 8 seiner Halbmesser besteht: dass von diesen 8 fast 2 ganze supprimirt sind, ist die Oeconomie der Krümmung. Damit der Punct zu derselben Stelle zurückkehre, von welcher er ausging, muss er wohl zuerst vorwärts und dann rückwärts gehen; während seiner Circulation ist aber der Sinn seiner Bewegung derselbe geblieben.

Ein Rad kann nach zwei Seiten hin gedreht werden, wird die eine Drehung von der Rechten zur Linken genannt, so ist die andere umgekehrt; das Wagenrad kann vorwärts und rückwärts rollen; diese beiden Sinne der Circularbewegung hat die Theorie direct und retrograd genannt, und es ist ersichtlich, dass sie nicht weit damit gekommen ist, denn man kann sie mit einander vertauschen.

Kommt aber ein Planet in die retrograde Bewegung, so hat er den Sinn seiner früheren Bewegung verändert, wozu eine neue, eine conträre Impulsion nöthig ist, besonders wenn man die Bahn eines Weltkörpers für ein Wagenrad hält.

Digitized by Google

Nach der Theorie circuliren die Planeten um den Sonnenmittelpunct, sie kreisen in demselben Sinne; was nun die Theorie „Station“ und „Retrogradation“ nennt, ist ein Phänomen, welchem diese Worte nicht entsprechen. Bewegen sich zwei Körper in concentrischen Kreisen, jeder mit einer andern Geschwindigkeit, so kommen sie in Lagen, in welchen ihre Bewegung — auf einander bezogen — in einer conträren Richtung erscheint, obwohl sie in demselben Sinne circuliren; dieses Phänomen erzeugt sich selbst nach dem System von Copernik. Wir sehen, dass die Theorie in diesem Falle die Bewegung eines Planeten in der einen Hälfte seiner Bahn direct, und in der andern Hälfte retrograd nennt. Das Zurückkehren zu dem Ausgangspuncte ist aber keine retrograde Bewegung.

Es ist eine längst bekannte Sache, dass alle Planeten und Monde sich in demselben Sinne, in jenem der Erdrotation, also direct bewegen. Seit Copernik und Kepler ist die „Neigung“ der Planeten gegen die Sonne erkannt; das Phänomen selbst wurde immer als ein „erstaunliches“ betrachtet: das *Warum* desselben hat die sich bewegende Sonne erklärt, die Bewegung des Systems ist „gegen die Sonne gerichtet,“ das Phänomen ist somit ein natürlich einfaches, setzt man aber die Sonne fest, betrachtet man sie als ruhend, so bleibt es erstaunlich und zugleich unbegreiflich.

Was ist nun ein rücklaufender Comet für ein Ding? Ein Etwas, welches sich von der Sonne entfernt, um ihr System für immer zu verlassen. Wie ist aber dieser Comet in die Sonnennähe gekommen? Er war früher rechtlaufend, hat aber später seinen Sinn geändert! Ein Comet, der sich der Sonne bis auf die Distanz ihres Durchmessers nähert und darauf in die fernen Himmelsregionen wandert, hat, wenn er nämlich ein körperliches Wesen ist, die Attractionsgesetze zu Schanden gemacht. Was die Theorie über und von den Cometen erzählt, kann keinen Werth haben, da sie nicht weiss, was ein Comet ist. Anzunehmen, dass es Cometen gibt, welche das Sonnensystem nicht verlassen, andere hingegen, die trotzdem, dass sie sich der Sonne und der Erde nähern, nicht zum System gehören, ist absurd. Circuliren aber die Cometen so wie die Planeten, so werden sie in der einen Hälfte ihrer Bahn eben so retrograd; während der kurzen Zeit ihrer Sichtbarkeit können sie sowohl direct als retrograd erscheinen, und in der That geht es aus dem Cometencatalog hervor, dass der Lauf der einen Hälfte ihrer bisher bekannten Gesammtanzahl direct, der anderen retrograd ist.

[4.] Nebst der Retrogradation hat die Theorie auch ein wirkliches Rückwärts-, ein Rücklingsgehen aufgestellt. Was ist Rücklingsgehen? Das Zurückkommen ist ein Zurückkehren. Bewegt man sich gegen ein Object und nähert man sich demselben, so ist man zugleich gegen dasselbe „gekehrt,“ geht man zurück, woher man gekommen ist, entfernt

Digitized by Google

man sich wieder vom Objecte, so hat man sich von demselben „abgewendet," „weggekehrt." Entfernt man sich aber vom Objecte, während man es stes im Auge behält, also stets gegen dasselbe gekehrt bleibt, so geht man rücklings, man geht mit seinem „Rücken" voraus. Diese ist die Reculade, mit welcher die Theorie die Erde beschenkt hat, um ihre Bewegung nach dem System von Copernik möglich zu machen, und sie bemerkt, dass dieses Rücklingsgehen nach den Gesetzen der Mechanik vorgeht. Die Mechanik hat aber das Gesetz gebracht, nach welchem ein Körper sich der erhaltenen Impulsion gemäss bewegen muss, und dass er weder die erhaltene Geschwindigkeit noch die Richtung seiner Bewegung ändern kann. Es scheint uns demnach, dass dieses ihr — auf die Inertie der Materie gegründete — Gesetz die Mechanik nicht selbst, sondern die astronomische Theorie umgeworfen hat, welche Theorie gar kein Gesetz respectirt, wenn es sich um die Erklärung eines unbegriffenen Phänomens handelt.

Wir haben gesehen, dass das Rückwärtsgehen der Erde in ihrer Bahn nichts anderes ist, als die rückgängige Rotation derselben (es ist die Verläugnung der Dauer ihrer Axendrehung), welche die Theorie — obwohl unnützerweise — schon zu bewerkstelligen versucht hat, um das Phänomen der Präcession zu produciren.

Zu jener Zeit als die Theorie der Präcession so glorreich fabricirt wurde, gab es noch keinen Bradley, das zarte Phänomen der jährlichen scheinbaren Bewegung aller Sterne war noch unbekannt, die Präcession eben so unbegriffen als sie heute noch ist; man glaubte nämlich und glaubt es heute noch, dass es eine solche allgemeine Präcession gibt, in Folge deren alle Sterne um 3″34 jährlich später in den Meridian kommen, oder dass die Rectascension aller Sterne mit derselben Quantität zunimmt. Wenn demnach die Ignoranz wähnt, dass durch das Rückgängigmachen der Erdrotation das Phänomen hervorgebracht werden kann, so ist sie in ihrem Rechte und Niemand hat was dagegen einzuwenden; wenn es aber endlich durch die Beobachtungen constatirt ist, dass fast jeder Stern auf eine andere Art seine scheinbare Position ändert, dass z. B. während die Rectascension des Σ Pegasi um 0″8 zunimmt, jene des σ Octantis jährlich um 109″7 wächst, dass es Sterne gibt — und zwar im kleinen Bären — die anstatt später in den Meridian zu kommen dort früher erscheinen; dass namentlich β Ursae minoris um 0″25, λ Ursae minoris aber um 57″82 jährlich früher in den Meridian kommen etc., so muss man sich fragen wie es kommt, dass die heutigen Astronomen die Theorie der Präcession und jene der Nutation als kostbare Reliquien sorgfältig aufbewahren? Es ist das fromme Anhängen an Traditionen, Legenden, Mythen und Märchen, es ist die natürliche Scheu des Augenschwachen vor dem Sonnenlichte.

|5.| Um die Richtung der Bewegung zu bestimmen, muss die impulsive Kraft selbst schon diese Richtung haben.

Digitized by Google

Die Geometrie hält die gerade Linie für die einfachste; diese Einfachheit aber ist nur scheinbar, denn sie muss eben so wie jede andere Linie *gezogen* oder *beschrieben*, sie muss *gerichtet* werden.

Die Mechanik hat aufgestellt, dass jede Impulsion in einer geraden Linie vor sich geht, woraus dann die geradlinige Bewegung folgt. Dieser Satz erfreut sich keines allgemeinen Beweises und verfolgen wir mit Aufmerksamkeit die hierher gehörigen Phänomene auf der Erdoberfläche, so finden wir, dass sowohl die Hervorbringung einer — mathematisch genauen — geraden Linie, als die Erzeugung der geradlinigen Bewegung bedeutenden Schwierigkeiten unterliegt.

Es ist gar keine Wahrscheinlichkeit vorhanden, dass ein Weltkörper sich in einer geraden Linie bewegen könne, auch ist der Begriff der Universalanziehung einer solchen Annahme entgegen; hat aber der Körper eine Rotation erhalten, so ist die Translationsbewegung in der Geraden eine Unmöglichkeit. Ein Himmelskörper in geradliniger Bewegung müsste sich entweder unserer Vision endlich entziehen, und wie man zu sagen pflegt — vom Himmel verschwinden, oder unserem Auge stets näher rücken, oder endlich in der geraden Linie auf und ab-, vor- und rückwärts gehen, was absurd ist. Bleibt somit ein Weltkörper für uns sichtbar, so kann seine Bewegung nur eine kreisende sein.

Nach den Begriffen der heutigen Theorie bewegen sich die Weltkörper in geschlossenen, einfach gekrümmten — also ebenen — Curven. Dass wir von den Faseleien abstrahiren, nach welchen sich die Cometen in Parabeln und Hyperbeln bewegen, ist selbstverständlich.

Nach dem System von Copernik und den Gesetzen Kepler's sind sowohl die Bahngrössen als auch die Umlaufszeiten der Planeten und ihrer Monde gegeben und bekannt; es frägt sich nur, was ist eine Revolution wenn die Peripherie der Bahn aus 360° besteht? Ist das Durchlaufen der geschlossenen Bahn, das Beschreiben des Umfanges der Curve von 360° nicht eine vollbrachte Umwälzung? Die Theorie sagt nein; sie hat die siderische Umlaufszeit aufgestellt, sie sagt der Planet beschreibt nicht seine Curve, sondern einen grossen Himmelskreis, ob nun dieser aus mehr oder weniger als 360° besteht, gleichviel; die Theorie lässt den Planeten nicht in seiner Bahn um die Sonne kreisen, der Planet muss aus seiner Bahn heraustreten und einen Kreis „um den Himmel“ beschreiben!

Wir haben bereits gesehen, dass die anomalistische Revolution des Mondes darin besteht, dass er während dieser Periode auf denselben Punct seiner Bahn zurückkehrt, von welchem er ausgegangen ist; seine *wahre* Umlaufszeit aber ist die siderische, woraus folgt, dass die Theorie nicht erlaubt dass der Mond seine Revolution in seiner Bahn vollende, er muss „um den Sternhimmel“ einen grossen Kreis beschreiben, er darf nicht „um die Erde“ circuliren. Die Theorie scheint den neuen geometrischen Satz aufstellen zu wollen, dass die Peripherie des Kreises sich nicht

auf den Mittelpunct desselben, sondern auf Puncte bezieht, die ausser dem Kreise liegen.

Die geschlossene Curve bedingt ein fixes Centrum, darum muss die Theorie eine ruhende Sonne haben. „Die Sonne ist in der That fix“ sagt Laplace; „die Sonne muss in Bezug auf ihr System als ruhend betrachtet werden“ sagt Dr. J. H. Mädler.

Die Sonne zieht die Planeten beständig an sich und sucht sie in ihren Mittelpunct zu bringen, sagt Newton; wie sollen nun die Planeten um diesen gefährlichen Mittelpunct circuliren? Sie müssen trachten, sich von der Sonne zu entfernen, wozu ihnen die Centrifugalkraft behilflich wird, da sie eben so stark wie die Attraction selbst ist, eben so wie diese vom Mittelpunct ausgehend, die Tangentialgeschwindigkeit erzeugt.

Die Anziehungskraft wirkt von aussen nach innen, die Centrifugalkraft von innen nach aussen; beide vom Centrum aus und mit gleicher Kraft, woraus dann klar hervorgeht, dass der Planet weder in den Mittelpunct der Sonne hineinfallen, noch sich von ihr entfernen kann, ihm somit nichts übrig bleibt als — zu circuliren. Der Planet bewegt sich somit wie der Stein in der Schleuder, das Ende des gespannten Fadens liegt im Mittelpuncte der Sonne. Die Schleuder ist in kreisender Bewegung und das Sonnencentrum ist fix, wie hat es die Schleuder in Bewegung versetzt? Auf Erden liegt das Ende des Schleuderfadens in unserer Faust, um den Stein kreisen zu machen, muss die Faust selbst um einen fixen Mittelpunct kreisen, sie muss dieselbe Bewegung haben, welche sie mittheilt, woraus alsogleich folgt, dass die Centrifugalkraft nicht vom Centrum sondern von der Peripherie des von der Faust beschriebenen Kreises ausgeht, ein Umstand der einigen Zweifel erregt über die Art, wie die Centrifugalkraft des Sonnenmittelpunctes auf die Planeten einwirkt.

Die „rationelle“ Mechanik lehrt, dass es die Rotations- oder Circulationsbewegung eines Körpers ist, was die Centrifugalkraft hervorbringt, erzeugt, und sie setzt hinzu, dass die Centrifugalkraft alsogleich zu wirken aufhört, wenn der Körper nicht mehr genöthigt ist einen Kreis zu beschreiben.

Es scheint dass die Mechanik sich irrt, denn so lange der Stein in der geschwungenen Schleuder ist, kann er sich vom Centrum nicht entfernen, folglich äussert die Centrifugalkraft keine Wirkung auf ihn; diese fängt erst an wenn der Faden reisst oder der Stein sich entschleudert, in welchem Falle er dann mit seiner totalen Tangentialgeschwindigkeit vom Centrum entflieht.

Aus dieser naiven Definition folgt aber, dass die Centrifugalkraft ein eventuelles Product ist und von dem sich kreisartig bewegenden Körper, oder was dasselbe ist, durch die Bewegung selbst erzeugt wird. Die Centrifugalkraft ist somit keine für sich bestehende daseiende Kraft, sie ist der Materie nicht inwohnend und die Mechanik ist genöthigt zu gestehen, dass sie gar

Digitized by Google

keine Kraft, sondern nur ein scheinbares Product der Kraft und zwar der impulsiven oder bewegenden Kraft selbst ist. Setzt die Mechanik die hieher gehörigen Studien fort, so wird sie zu der Ueberzeugung gelangen, welche Wirkung die bewegende Kraft auf die Molecule der Materie ausübt, wenn sie diese durch die Rotationsbewegung mit verschiedenen Geschwindigkeiten versehen hat? Diese prüfenden Studien führen zur Theorie der Abplattung und von da zur Theorie der Fluthen.

[6.] Betrachten wir einen Punct oder welch immer einen Körper, der sich in einem Kreise bewegt, so können wir aus dieser Bewegung weder auf seine Neigung gegen das Centrum (auf seine Tendenz in das Centrum zu fallen), noch auf seine Neigung sich vom Centrum zu entfernen schliessen; wir sehen weder eine Tangentialgeschwindigkeit, weder eine Centrifugal- noch Centripetalkraft, wir sehen nur dass der Punct sich auf eine Art bewegt, dass er während seiner Circulation in derselben Distanz vom Centrum verbleibt.

Auf der Erde gibt es keine freie Circulation um einen andern Körper oder um ein Centrum, die kreisende Bewegung kann nicht anders hervorgebracht werden, als dass der kreisende Körper auf die eine oder die andere Art dem Mittelpuncte angehängt oder an diesen festgehalten wird. Dies ist der Grund warum man sich eingebildet hat, dass die Planeten an die Sonne, die Monde an ihre Planeten geheftet, oder mit Seilen und Stangen festgemacht sind. Diese Vorstellung brachte die invariablen Bahnebenen, die unveränderlichen grossen Axen, die materiellen Bahnen hervor, so wie auch Newton sich die Mondesbahn eingebildet hat, als würde ein körperlicher Reif an derselben Stelle des Weltraumes sich befinden.

Bleibt die Idee festgewurzelt, nach welcher die Planeten durch die Sonnenanziehung genöthigt sind um ihren Mittelpunct zu kreisen, so bleibt auch in Verbindung mit ihr die — Schleuder. Aus dieser Vorstellung folgt aber unmittelbar, dass die Planeten und Satelliten sich nothwendigerweise in Kreisen bewegen müssen, denn eine Schleuder kann keine andere Figur beschreiben. Der Kreis hat — wie bekannt — unter seinen Eigenschaften zwei, die in Bezug auf unsere Frage besonders wichtig sind. Erstens stehen alle Puncte seiner Peripherie in derselben Entfernung vom Centrum, zweitens ist die Krümmung dieser Peripherie in allen ihren noch so kleinen Theilen dieselbe, als natürliche Folge der ersteren Eigenschaft.

Sind somit die Planeten genöthigt — wie der Stein in der Schleuder — um den Sonnenmittelpunct zu circuliren, so folgt unausweichlich 1. dass sie ihre Kreise von 360^0 stets in derselben Zeit beschreiben; 2. dass sie sich mit einer gleichförmigen Geschwindigkeit bewegen; 3. dass sie in gleichen Zeiten gleiche Räume und auch gleiche Bogen beschreiben und endlich 4. von der Sonne beständig in derselben Distanz bleiben.

Digitized by Google

Stellt nun die Theorie — im Gegensatz zu diesen Thatsachen — excentrische Kreise oder Ellipsen als Bahnfiguren auf, so ist sie von der Idee der Schleuder abgegangen und die Planeten circuliren nicht mehr um den Mittelpunct der Sonne, sie sind nicht mehr genöthigt einen Kreis zu beschreiben, sie haben ihren freien Willen; dieser freie Wille der Planeten und ihre spontane Bewegung geht unmittelbar daraus hervor, dass Kepler die Schleuder cassirt hat und die Theorie an ihre Stelle nichts weiter aufzufinden vermag.

Mit der Ellipse in Verbindung und aus ihr folgen die variablen Geschwindigkeiten der Planeten in ihrer Bahn und ihre variablen Distanzen von der Sonne. Die Imagination findet eine Stütze in den Phänomenen, der scheinbare Durchmesser der Sonne ist veränderlich! Beschreiben die Planeten keine Ellipsen, ist die elliptische Bahn keine Realität, so fallen die variablen Dinge von selbst weg.

Die veränderliche Geschwindigkeit eines Weltkörpers ist nicht allein mit den Gesetzen der Mechanik im Widerspruch, sie ist auch unnatürlich. Unter der Harmonie des Welltalls, unter dem Bestehen des Geordneten können wir uns nur eine beständige Gleichheit, eine unveränderliche Gleichförmigkeit der Bewegungen vorstellen, mit einer Veränderlichkeit haben wir das Chaos, den endlichen Ruin des Weltalls.

Es lässt sich aber aus den Beobachtungen nachweisen, dass die variablen Geschwindigkeiten keine Realität, sondern nur scheinbar sind; nimmt sie die Theorie für Wirklichkeit, so geschieht dies in Folge der oberflächlichen Auffassung der Himmelserscheinungen. Die variablen Sonnenfernen, Perihel und Aphel, sind in enger Verbindung mit den variablen Geschwindigkeiten, sind diese scheinbar, so sind es jene auch.

Die Theorie hat den Satz oder vielmehr die Meinung aufgestellt und gibt ihn als eine Thatsache, dass die Attraction Bewegung hervorbringt und somit eine bewegende Kraft ist, woraus dann folgt, dass je stärker die Anziehung desto grösser die durch sie erzeugte Geschwindigkeit.

Die Theorie stützt sich auf den Fall der Körper auf der Erdoberfläche und auf die Pendelbewegung, ohne Rücksicht darauf zu nehmen, dass diese beiden ausnahmsweisen Erscheinungen mit der Bewegung der Himmelskörper in keiner Analogie stehen, indem sie zwischen der Erde und der ihr zugehörigen Materie vorgehen, auf der Erde selbst hervorgebracht werden, d. h. es ist hier das Verhalten der Theile zum Ganzen, was in Betracht zu ziehen ist.

Eine nicht zu verkennende Thatsache ist, dass die Planeten der Sonne folgen, und es ist ganz gut begreiflich, dass dieses Phänomen und das Beisammenbleiben des Systems das Werk der Anziehung ist; aus diesem Beisammenbleiben folgt aber unmittelbar, dass die zu ihrem System gehörigen Körper beständig in derselben Entfernung von der Sonne bleiben müssen; es folgt ferner, dass die auf diese Art hervor-

Digitized by Google

gebrachte Bewegung der Planeten nicht ihre eigene, sondern eine erborgte, die Leitungsgeschwindigkeit der Sonne selbst vorstellt.

Diese Führung der Sonne liefert gleichsam den Beweis, dass die Planeten sich von ihr weder entfernen, noch ihr näher kommen können. Die abwechselnde Annäherung und Wiederentfernung der Planeten und die damit verbundene Acceleration und Retardation ihrer Bewegung ist eine Vorstellung, welche mit der Natur der Dinge nicht in Einklang zu bringen ist. Wir haben bereits bemerkt, dass man bei dieser Frage dem Dilemma nicht entgeht; entweder muss der Körper seine Geschwindigkeit sebst ändern, sich aus eigenem Antrieb der Sonne nähern und wieder von ihr entfernen, oder es muss eine veränderliche Attraction da sein, die bald grösser bald kleiner ist, oder aber das einemal anzieht und das anderemal abstösst; lauter Vorstellungen, welche nur aus dem Absurden hervorgehen.

Durch ein aufmerksames Studium der beobachteten Phänomene wird man zu der Ueberzeugung gelangen, dass die bisherige Theorie auf Abwege gerathen ist, man wird trachten die irrigen Begriffe zu corrigiren, um so sich einer rationellen Auffassung der Himmelserscheinungen effectiv nähern zu können.

[7.] Aus der Sonnenbewegung musste die Theorie am Ende doch irgend etwas hervorbringen und wir haben Laplace's Ansicht citirt: wie die Astronomen wahrgenommen haben, dass die Planeten Epicycloiden beschreiben, wodurch ihre Bewegung sehr complicirt geworden ist. Bevor die Eigenbewegung der Sonne anerkannt wurde, war jene der Erde durch das System Copernik's bereits über jede Contestation erhoben, woraus folgt, dass der Mond von jeher sich in Epicycloiden bewegt hat. Es ist merkwürdig genug, dass die grossen Geometer, die grössten unter jenen, welche die Geschichte der Wissenschaft aufzählt, sich nie die kleine Mühe genommen haben nachzusehen, wie überhaupt ein Punct der Kreisperipherie sich bewegt und welche Figur er beschreibt, wenn der Mittelpunct des Kreises selbst sich bewegt und die Differenz der Geschwindigkeiten beider gegeben ist? Die Erde z. B. bewegt sich mit einer mehr als 30fachen Geschwindigkeit des Mondes, welche Figur kann er beschreiben, wie kann der Mond überhaupt um die Erde circuliren, wie kann er Cycloiden oder Epicycloiden beschreiben? Wir haben diesen Gegenstand bereits berührt; so viel müssten die grossen Geometer dennoch wissen, dass die Cycloide weder eine Ellipse, noch eine geschlossene Curve ist, sondern — so lange die Bewegung dauert — sich beständig fortwälzt. Laplace ist aber trotz dieser Kenntniss zu der geschlossenen, zu der elliptischen Bahn zurückgekehrt, eben so wie die heutigen Astronomen diese Bahn als eine jener unumstösslichen Wahrheiten geben, welche die Theorie in Fülle besitzt.

Bewegt sich in den Himmelsräumen Alles, so sind die geschlossenen Curven eine Unmöglichkeit, die sich bewegende Sonne hat die geschlossenen Bahnen der Planeten vernichtet. Wenn die Geometer und Astronomen sich lieber an Copernik's System und an die Gesetze Kepler's als an die grosse Natur selbst halten, so muss hier — nebst ihrem Geschmack — noch ein anderer Umstand obwalten, der uns über diesen Zwiespalt Auskunft geben soll.

Wenn wir sagen, dass von den Elementen der elliptischen Bahn, die da sind: die halbe grosse Axe der Ellipse und die davon abhängende Umlaufszeit, die Excentricität der geschlossenen Bahn, die Länge des Perihels, die Länge des aufsteigenden Knotens und die Neigung der Bahn gegen die Ecliptik, in dem von der Theorie acceptirten Sinne, in der Wirklichkeit gar nichts da ist, so muss wohl ein heutiger Astronom in eine nicht unbedeutende colerische Aufwallung gerathen und mit einer gerechten Indignation erfüllt werden. Und warum? Weil Praxis und Theorie, so wie das Scheinbare und Wirkliche auf gleiche Art mit einander vermengt werden.

Sagt ein heutiger Astronom: „die Elemente der elliptischen Bahnen sind aus mehr als 3000jährigen, mit der grössten Präcision gemachten Beobachtungen abgeleitet, aus ihnen sind sowohl die Planetentafeln als auch die jährlichen Ephemeriden berechnet, die Resultate der Rechnungen stimmen mit den Beobachtungen und die Positionen der Himmelskörper (des Sonnensystems) sind für einen jeden gegebenen Moment fast genau so, wie sie aus den Tafeln folgen, woraus demnach die Richtigkeit der angenommenen Elemente hervorgeht, so kann er gewiss sein, dass es Niemandem einfallen wird dagegen einen Einwurf zu machen;“ setzt aber dieser Astronom hinzu: „aus der Richtigkeit der Elemente und der Rechnungsresultate geht der Beweis hervor, dass Copernik's System und Kepler's Gesetze unerschütterliche Wahrheiten und die geschlossenen elliptischen Bahnen eine Thatsache sind, so hat er etwas gesagt, was grundfalsch und mit der allgemeinen Bewegung im Widerspruch ist. Copernik und Kepler hatten eine fixe Sonne, diese ist seit jener Zeit in Bewegung gerathen, ist aber für die heutigen Astronomen noch immer fix geblieben.“

Erinnern wir uns an den Ausspruch: „Die Astronomen befassen sich mit der absoluten Bewegung der Himmelskörper im Raume nicht.“ Wollten sie sich consequent an diesen Ausspruch halten, so würden wir in ihren Büchern beiläufig Folgendes lesen:

„Was man beobachten kann und vorzugsweise auch beobachtet, sind die Positionen und Bewegungen der Himmelskörper; beide sind auf die Himmelssphäre projicirt; wir sehen sie von der sich gleichfalls bewegenden Erde, von unserem Beobachtungsort — perspectivisch. Die Bewegung eines Planeten projicirt sich auf eine Weise, als würde er in einer Ellipse kreisen, deren halbe grosse Axe, Excentricität und Neigung gegen die

Digitized by Google

Ecliptik diese oder jene sind; da man die scheinbare Lage des Frühlingspunctes und die Neigung der Ecliptik gegen den Aequator kennt, so hat man die Epoche, die Länge und den aufsteigenden Knoten des Planeten. Da diese Projection der Bewegung sich periodisch wiederholt und stets dieselbe ist, so ist es ersichtlich, dass, um die Lage des Planeten in Bezug auf den Sternhimmel oder auf die Sonne angeben zu können, man nichts Anderes thun kann, als nach jenen Elementen zu rechnen, welche die beobachtbare Projection als Resultat geben."

Sind nun die Ellipse mit ihrem Zugehör so wie auch die Ecliptik auch nur Producte der Einbildung, so ist dies dem Calcul gleichgiltig, denn er muss das Scheinbare geben, und kümmert sich weder um die Realität noch um den Namen, mit welchem man die beobachteten Erscheinungen bezeichnet, so wie die Planeten sich nicht darob kümmern, wie Copernik und Kepler ihre Bahnen arrangirt haben.

Dass die Bahnen sich schliessen, ist eine Voraussetzung, welche nur aus einer oberflächlichen unaufmerksamen Betrachtung der Bewegungsphänomene hervorgehen konnte; hiezu kommt, dass man die Beobachtungen in der vorgefassten Meinung machte und heute noch macht, dass die Planeten sich nach dem System von Copernik und den Gesetzen Kepler's bewegen müssen; dem Einflusse dieser Präoccupation entgeht der Beobachter schwer. Aber nicht allein hat die Sonnenbewegung die geschlossenen Bahnen abolirt, sondern es hat sich sogar durch die Beobachtungen erwiesen, dass die Bahnen sich nicht schliessen. Bei der Erdbahn namentlich zeigt es sich deutlich, dass der Endpunct ihrer Revolutivcurve nach einer vollbrachten Periode sich nicht auf dieselbe Stelle der Himmelssphäre, sondern auf einen 50′ 23 östlicher liegenden Punct projicirt, was auch durch die jährliche Bewegung der Sonne deutlich angezeigt ist. Wenn trotz allen diesen Thatsachen die Theorie fortfährt, die Ellipsen und geschlossenen Bahnen als unerschütterliche Wahrheiten zu predigen, so liegt hierin der Beweis, dass sie an einem chronischen, unheilbaren Uebel laborirt.

[8.] Projection und Perspective sind in Bezug auf unsere Vision Synonyme; jede Projection sehen wir perspectivisch, da sie in der Richtung unserer Vision — Sehlinie — erscheint. Aendern wir unsere Lage, die Richtung unserer Vision, so ändert sich die Perspective und der Effect ist derselbe, als hätte sich die Projection selbst geändert. Jede Projection ist eine ebene, also nur von zwei Dimensionen, woraus folgt, dass wir einen Körper nur theilweise, höchstens nur zur Hälfte auf einen Blick sehen können; um ihn von allen Seiten zu sehen, muss entweder dieser sich auf seiner Axe drehen, oder wir selbst müssen um ihn einen Kreis beschreiben. Es ist somit ganz gleich, ob der Körper sich dreht oder wir um ihn kreisen, Projection und Perspective ändern sich mit jedem Moment der Bewegung. Strenge genommen müssen wir sagen, damit ein

Digitized by Google

Körper in allen seinen möglichen Projectionen erscheine, muss er sich ein halbmal auf der einen seiner Axen und ein halbmal auf der andern, auf der ersteren senkrechten Axe umdrehen. Um z. B. die Abplattung eines Sphäroids zu sehen, muss seine Rotationsaxe senkrecht auf unsere Sehlinie fallen; ist sie in der Verlängerung derselben, so sehen wir — nebst seinem Pole — den Umfang seines Aequators, und der Körper erscheint uns als die Projection einer Kugel; mit der Neigung seiner Axe zu unserer Sehlinie wächst die Grösse der Abplattung.

Eine gerade Linie projicirt sich, je nach ihrer Lage, in allen möglichen Verkürzungen ihrer Länge, bis sie endlich als ein Punct erscheint, sie ist in die Verlängerung unserer Sehlinie gekommen; ihre grösste Länge erscheint uns, wenn sie auf unsere Sehlinie senkrecht zu stehen kommt.

Central gesehen behält der Kreis seine bekannten geometrischen Dimensionen und Eintheilungen; dreht er sich auf einem seiner Durchmesser (Axen) z. B. ein Viertelmal, also 90°, so erzeugen sich während seiner Wendung alle möglichen Ellipsen, bis der Umfang der letzten Ellipse bei 90° Drehung verschwindet und der Kreis als eine gerade Linie projicirt erscheint, deren Länge gleich der Axenlänge ist. Es ist zu bemerken, dass, auf welcher immer Axe, nach welcher immer Richtung der Kreis sich dreht, die Länge seiner Axe durch die Projection nicht verkürzt wird. Dieser Umstand klärt uns die Bedeutung des Satzes auf; „Alles ändert sich an den Planetenbahnen, nur ihre grosse Axe bleibt constant."

Der sich drehende Kreis gibt somit nur die Projection von Ellipsen und der Geraden: die Länge seines Durchmessers bleibt unter allen Umständen unverändert; nicht so projicirt sich die Ellipse. Dreht sich diese auf ihrer grossen Axe, so verschwindet die kleine, während die projicirten Ellipsen immer gedrückter (länger) erscheinen, bis die gerade Linie zum Vorschein kommt; dreht sie sich auf der kleinen Axe, so nimmt die Länge der grossen allmälig ab, die projicirten Ellipsen runden sich mehr und mehr, bis der Moment eintritt, in welchem sich ein Kreis projicirt, dessen Durchmesser die kleine Axe ist; von da an erzeugen sich wieder Ellipsen, deren nun grosse Axe constant bleibt, die endlich projicirte Gerade ist die kleine Axe, die grosse ist verschwunden, sie ist ein Punct in der Mitte der projicirten Linie.

Die Ellipse kann aber eben so viele Umdrehungsaxen haben als der Kreis, da aber alle diese, zwischen der grossen und kleinen Axe liegenden, paarweise sich gleich sind, so kann man sagen, die Ellipse hat so viele an Länge verschiedene Umdrehungsaxen als Puncte in einem ihrer Quadranten enthalten sind.

Die Linie doppelter Krümmung kann sich nie als eine Gerade projiciren; die Spirale muss somit Projectionen geben, welche von der Schlan-

Digitized by Google

genlinie an bis in den Kreis übergehen. Stellt man sich vor, dass diese Projectionen auf einer Sphäre vorgehen, deren Mittelpunct man einnimmt, so werden auf der einen Hälfte der Sphäre alle möglichen Projectionen der Figur erscheinen, die andere Hemisphäre reproducirt dieselben Projectionen in umgekehrter Ordnung.

Unter allen körperlichen Figuren ist die Kugel die einzige, die stets dieselbe unveränderte Projection gibt, diese ist eine runde Scheibe; der Durchmesser dieser Scheibe kann — bei derselben Distanz — nicht kleiner werden als jener der Kugel selbst, daher sehen wir diese stets zur Hälfte.

Wir sind zu sehr gewohnt, die Objecte in der Nähe und auch von verschiedenen Seiten zu sehen, als dass wir ihre Projection deutlich, in ihrer ebenen Einfachheit sehen könnten; weniger ist man der Illusion ausgesetzt, wenn man die Projectionen anstatt durch directes Anschauen des sich drehenden Körpers oder der Figur man ihren z. B. an eine Wand projicirten Schatten betrachtet: diese Projectionen geben sich deutlich wahrnehmbar, je nach der Stellung der Objecte gegen das Licht.

|9.| Dass für unsere Vision jeder Körper als eine ebene Figur erscheint, ist für Diejenigen nicht begreiflich, die nach dem Gewohnten urtheilen und die Eigenthümlichkeit unserer Sehkraft nicht kennen: daher ist ein näheres Studium unserer Augen in optischer sowohl, als auch in geometrischer Beziehung nothwendig.

Die Weite (Amplitude) unseres Sehfeldes, eines Kegels, dessen Spitze in unserem Auge ist, die Gradationen der Sehkraft etc. sind im Zusammenhange mit der Construction unseres Auges, insbesondere aber jener Linse, auf welche sich die Bilder der Objecte projiciren.

Die scheinbare Vergrösserung oder Verkleinerung der Objecte hängt von ihrer Entfernung von unserem Auge ab. Jedes Object, fern oder nahe, erscheint uns unter einem Winkel, der sich mit dem Objecte zugleich und in demselben Verhältniss vergrössert oder verkleinert; dieses Phänomen hängt mit der Vergrösserung der optischen Instrumente zusammen. Betrachten wir einen Gegenstand, so erscheinen seine Dimensionen — Durchmesser oder Axen — als die Basis eines gleichschenkeligen Dreieckes, der der Basis gegenüberliegende Winkel ist stets in unserem Auge und ist bestimmbar. Aus der Eigenschaft des Dreieckes folgt, dass, wenn der Durchmesser des Objectes bekannt ist, dadurch seine unbekannte Entfernung vom Auge gegeben ist; ist hingegen seine Entfernung bekannt, so ist durch diese sein Durchmesser bestimmt. Die Grösse des Winkels allein kann weder über die Dimensionen des Objectes noch über seine Entfernung Aufschluss geben, es muss somit eines dieser Elemente bekannt oder messbar sein.

Zeigt sich kein angeblicher Winkel, so wird das sichtbare Object ein geometrischer Punct ohne Dimensionen, und seine Entfernung kann als

Digitized by Google

unendlich gross betrachtet werden. Diese Unendlichkeit aber bezieht sich auf unsere Sehkraft und auf unsere Mittel, unbekannte Grössen und Entfernungen angeben zu können. In diesem Falle befinden sich die sogenannten Fixsterne, sie zeigen keinen bemerkbaren, keinen messbaren Durchmesser, est ist somit weder ihre Grösse noch ihre Entfernung bestimmbar. Wir haben gesehen, wie mühevoll die Neuzeit die Parallaxe der Sterne sucht, und warum die bisherigen Resultate werthlos sind. Sie beruhen nämlich auf zwei falschen Suppositionen: nach der ersteren soll der Durchmesser der Erdbahn gleich der doppelten Sonnenferne sein, welche, wie wir sahen, nur willkürlich angenommen ist; die zweite bedingt, dass die eingebildete Erdbahn ihren Ort im Raume nicht ändert, d. h. mit der fixen Sonne fix bleibt.

Wie sich irdische Objecte uns bekannter Figuren je nach ihrer Stellung projiciren, das wissen wir aus Erfahrung und können demnach ihre verschiedenen Projectionen angeben. Schliessen wir durch die Analogie aus der Projection auf die Figur und Lage des Objectes, so setzt der Schluss schon die Kenntniss seiner wahren Gestalt voraus, und wir werden uns der Wahrheit um so mehr nähern, als unsere Erfahrung grösser ist. Mag aber diese noch so beträchtlich sein, so sind wir dennoch Täuschungen ausgesetzt, wenn wir aus der Projection eines uns unbekannten Objectes auf seine wirkliche Figur schliessen. So z. B. sehen wir eine Gebirgsgruppe oder auch nur einen einzelnen Berg in einer Figur in einem Bild projicirt, zu welchem wir mit einer Annäherung zum Berge gar keine Aehnlichkeit vorfinden; so würde ein Himmelskörper, der uns als eine reguläre Figur, als eine Sphäre erscheint, in der Nähe gesehen als eine formlose ungestaltete Masse vorkommen.

Da wir die Himmelskörper und ihre Bewegung nur projicirt sehen, so ist es begreiflich, dass uns hier die Analogie verlässt und dass wir nur durch ein unablässiges Beobachten und Studieren in den Stand gesetzt werden, haltbare Schlüsse ziehen zu können. Erscheint uns ein projicirter Kreis oder Ellipse, so könnten wir auch dann noch nicht auf die wirklich beschriebene Figur schliessen, wenn die Projection eine normale wäre, d. h. wenn sich der wirkliche Kreis als Kreis, eine reelle Ellipse als Ellipse projiciren würde, indem wir bei der Erdbewegung bei ihrer Lage gegen die Projection und bei unserem eigenen Ort auf der Erdoberfläche, die Figur noch immer in einer veränderten Perspective sehen können.

Die zum Sonnensystem gehörigen Körper bewegen sich in einer von uns nicht zu grossen Ferne, im Vergleich zur Entfernung jenes Himmelsgewölbes, auf welches ihre Bewegung sich projicirt; uns scheinen aber diese ihre Projectionen eben so weit zu sein, als jene der Eigenbewegung welch immer eines Sternes und nur aus der Grösse der beschriebenen Figur schliessen wir auf den Unterschied der Entfernung. Gehen aber die Bewegungen dieser Körper in unserer Nähe vor, so ändert sich der An-

Digitized by Google

blick der Projection in dem Maasse, als wir unsere eigene Position ändern. Je näher ein Körper der Erde, desto mehr Einfluss hat die geographische Lage des Beobachters auf die perspectivische Ansicht der Projection. Aus diesem Grunde haben wir bemerkt, dass, wenn von der Erde aus auch überhaupt keine normale Projection einer Bewegung zu sehen ist, man dennoch trachten sollte, die Beobachtungen an jenen Erdpuncten anzustellen, von welchen man voraussetzen kann, dass sie uns über den Originaltypus der Phänomene einen deutlichen Begriff geben können.

Aus dem Umstande, dass die Sonnenbewegung in dem momentanen Aequator vorgeht, folgt die Bedeutung unserer Bemerkung, dass alle Beobachtungen an den Puncten des Erdäquators zu wiederholen, zu verificiren sind. Wir erwähnen hier nur eines Phänomens, welches aber an Wichtigkeit alle anderen übertrifft, die Declination der Sonne nämlich und die mit dieser engverbundenen Variationen des Mittags; dieses letztere Phänomen ist der zartesten Natur und erheischt das sorgfältigste Studium. Indem der Erdäquator der Bewegung voraus ist und sich in der Bahnlinie befindet, so kann der Winkel, unter welchem die scheinbare Bewegung der Sonne vom Aequator gesehen sich zeigt, nur durch die Erdbewegung verändert werden und ist somit durch die Perspective wenig oder gar nicht afficirt. Je grösser die Polhöhe eines Beobachtungsortes, desto mehr ändern sich die projicirten Winkel und die Variationen des Mittags erscheinen für die verschiedenen Polhöhen verschieden; sie sind viel mehr dem Einflusse der Perspective ausgesetzt als die Declination.

[10.] Aus der projicirten Bewegung des Planeten Mars hat Kepler mit grosser Entschiedenheit auf die elliptischen Bahnen geschlossen; zu der wirklichen Bewegung der Sonne gesellte sich die scheinbare jährliche Bewegung der Sterne und die elliptischen Bahnen sind, was sie immer waren, ein Traum. Hätte Kepler die Projection und die mit unserer Vision verbundene Perspective mehr studiert, so hätte er sich die Ueberzeugung verschafft, dass wir die in gleichen Zeiten beschriebenen gleichen Bogen oder Räume, welche immer die beschriebene Figur oder ihre Projection sei, nie unter gleichen Winkeln sehen können. Hätte er noch überdies den Zusammenhang der Bewegungen — der Erde mit den übrigen zum Systeme gehörigen Körpern — so wie die Eigenschaften der Himmelssphäre auf welcher die Projectionen erscheinen, in die nähere Betrachtung gezogen, so hätte er eingesehen, dass aus der projicirten Bewegung *allein* auf die Figur der Bahn eines Weltkörpers kein rationeller Schluss gezogen werden kann. Er hätte endlich eingesehen, dass, wenn eine elliptische Figur wirklich da ist, diese aus anderen Phänomenen, als jenes der ungleichen Winkel ist, erkennbar werden müsse.

Es liegt in der Natur der Perspective, dass die Dimensionen des projicirten Objectes mit der Entfernung proportional abnehmen, dass somit z. B. Linien gleicher Grösse sich unter Winkeln zeigen, die eben so ab-

Digitized by Google

nehmen, als ihre Entfernung zunimmt. Hieraus folgt, dass die scheinbaren Grössen (Durchmesser, Linien etc.) sich verhalten, wie ihre Entfernungen, ihre Sehwinkel aber diesen umgekehrt proportional sind.

Eine gerade Linie liegt vor uns. Von unserem Auge aus kann auf diese nur eine senkrechte fallen, und dies auch nur dann, wenn die Linie sich auf beiden Seiten unserer Sehlinie ausbreitet. Der Punct der Linie, auf welchen die Normale fällt, ist unserem Auge der nächste, alle ihre übrigen Puncte sind in einer grösseren Entfernung. Fällt die senkrechte auf die Mitte der Linie und visiren wir auf ihre zwei Endpuncte, so entsteht ein gleichschenkliges Dreieck. Der Sehwinkel der Linie ist stets gegeben, ist ihre Länge bekannt, so ergeben sich alle Verhältnisse des Dreieckes.

Theilen wir diese Linie in welche Anzahl immer gleicher Theile und verbinden die Theilstriche mit aus unserem Auge ausgehenden Linien, so entstehen eben so viele Dreiecke als die Linie Theile enthält. Es ist ersichtlich, dass die der Mitte nächsten Dreiecke grössere Sehwinkel haben, als die nach ihnen folgenden, dass somit diese Winkel mit der Entfernung der Linientheilstriche abnehmen, und den Effect hervorbringen, als würden die Theile selbst nach und nach mit ihrer Entfernung sich verkleinern. Zu bemerken ist, dass welche immer die angebbare Länge der Linie sei, der Sehwinkel eines Theiles derselben, nie Null wird, damit ein solch äusserster Theil als Null erscheine, müsste die Linie unendlich sein, in welchem Falle dann ihre Richtung mit jener unserer Vision zusammenfallen würde.

Lassen wir auf dieser Linie einen Punct sich gleichförmig bewegen, so wird er die gleichen Theile derselben in gleichen Zeiten durchlaufen; scheinbar wird er aber von der Mitte ausgehend sich immer langsamer bewegen und zwar wird seine scheinbare Geschwindigkeit eben so wie der Sehwinkel abnehmen; seine kleinste scheinbare Geschwindigkeit ist offenbar an den Endpuncten der Linie, die grösste in der Mitte, woraus folgt, dass die Bewegung eines Körpers unserem Auge dann als die schnellste erscheint, wenn diese senkrecht auf selbes vorgeht. Kehrt der Punct vom Endpuncte zurück, so nimmt seine scheinbare Geschwindigkeit eben so graduell zu, als sie früher abgenommen hat etc.

Bestimmt man die Grösse des abnehmenden Winkels, so zeigt es sich, dass die Abnahme constant und gleichartig, d. h. dass die Differenz zweier Nachbarwinkel stets dieselbe ist.

Ist die Linie die Projection eines Kreisumfanges, so nehmen die Winkel schneller ab, sie werden gegen das Ende der Linie unendlich klein, und an den Endpuncten selbst ist der Winkel $= 0$. In diesem Falle drücken sich die Theile in Graden aus und die halbe Linie repräsentirt 90 Grade; hieraus folgt, dass die Abnahme der nach einander folgenden Winkel gleich ist der Abnahme der Sinuse, welche die durchlaufenen

Bogen repräsentiren. Die Differenz der Nachbarwinkel ist somit die Differenz der ihnen entsprechenden Sinuse, wodurch das Mittel gegeben ist, den projicirten Kreis von der geraden Linie unterscheiden zu können.

Ist endlich die Linie die Projection einer Ellipse, so erscheint die Bewegung verschieden, je nachdem die grosse oder kleine Axe der Ellipse projicirt ist. Im ersten Falle nehmen die Winkel langsam ab, schneller gegen das Ende der Linie, im zweiten Falle ist die Abnahme die grösste in der Mitte der Linie und wird nach und nach kleiner, in beiden Fällen wird aber der Winkel an den Endpuncten Null. Kennt man die Excentricität der Ellipse, so kann man den Werth der Ab- oder Zunahme der Differenzen der Nachbarwinkel bestimmen und man findet, dass diese von jenen des Kreises verschieden sind.

Nun frägt es sich, kann man aus diesen Phänomenen schliessen, dass der Punct in gleichen Zeiten ungleiche Bogen beschreibt und sich folglich mit variablen Geschwindigkeiten bewegt? Diesen Schluss hat die Theorie in der That gemacht, sie hat die Zu- und Abnahme der Winkel, eine Ungleichheit, Anomalie etc. genannt, als eine Störung erklärt und als Ursache derselben die Attraction angegeben.

Wenn aber die Winkel z. B. auf der Geraden sich alle gleich sein würden, müssten die Theile nicht grösser und grösser werden, müsste sich der Punct nicht mit einer accelerirten Geschwindigkeit bewegen? Wir sehen somit, dass die Projection einer gleichförmigen Bewegung und gleicher Bogen durch ungleiche Winkel repräsentirt sein kann und in der That auch in den meisten Fällen ist.

[11.] Um diese Bemerkungen durch ein Beispiel näher zu führen, stellen wir uns einen, mit zwei auf einander senkrechten Durchmessern versehenen Kreis vor, den wir central sehen.

Die beiden Axen — ist die eine horizontal, so ist die andere vertical — stellen jene zwei Coordinaten vor, durch welche die Lage eines jeden Punctes im Kreise bestimmt wird, wenn man von dem gegebenen Punct aus auf jede derselben eine senkrechte Linie zieht.

Ist dieser Kreis die Projection einer Sphäre, z. B. der Himmelssphäre und wir nennen die zwei Endpuncte der Horizontalaxe Nord und Süd, jene der verticalen West und Ost, so ist diese letztere Axe die Projection des Aequators und die erstere jene eines Meridians oder Stundenkreises, der durch die Weltpole geht, in dessen Ebene folglich die Weltaxe liegt; ist nun die Lage eines Punctes, eines Sternes z. B. zu bestimmen, so ist seine Entfernung vom Aequator seine Declination, jene vom Stundenkreise seine Rectascension.

Stellen wir uns vor, dass ein Weltkörper den Kreis beschreibt. Ist dieser z. B. die Erde, so ist sie in dem West- und Ostpuncte in den Nachtgleichen, im Süd- und Nordpuncte in den Solstizien. Es sei der Westpunct der Frühlingspunct, von welchem aus die Bewegung gegen Südost

Digitized by Google

beginnt; dieser ist der Weg, die Richtung der Erdbewegung aus den Frühlingsnachtgleichen.

Sei die Erde an welchem Puncte immer der Kreisperipherie angelangt, und wir ziehen von ihr aus die beiden Normalen auf die Axen; so ist die auf die Polaraxe gezogene Linie der Cosinus des Winkels oder Bogens, welchen die Erde beschrieben hat; die auf den Aequator gezogene senkrechte ist der Sinus desselben Winkels. Wir können somit sagen, dass die Horizontalaxe jene der Declination ist, worauf sich die Sinuse der durchlaufenen Bogen projiciren, die verticale wird dann die Rectascensionsaxe, welche die Projectionen der Cosinuse enthält.

Wir wissen, in welchem Verhältnisse diese beiden Linien zu einander stehen; wächst die eine, so nimmt die andere ab, und die Summe ihrer Quadrate ist immer = 1, da sie die zwei Seiten eines rechtwinkligen Dreieckes sind, dessen Hypothenuse constant = 1, der Kreishalbmesser ist.

Mit dem Beginne der Bewegung ist der Sinus = 0, der Cosinus = 1, der erstere wächst mit der Bewegung bis 90° mit einer abnehmenden Differenz, um eben bei 90° = 1 zu werden; der zweite nimmt ab mit einer zunehmenden Differenz, um bei 90° = 0 zu werden.

Die Declination der Erde (Elongation, oder Abstand von der Sonne) erreicht somit ihr Maximum in den Solstizien, sie ist Null in den Nachtgleichen; die scheinbare Bewegung ist in dieser Richtung im Anfange die schnellste, sie nimmt allmälig ab und beim Süd- oder Nordpuncte angelangt, scheint sie aufgehört zu haben. Umgekehrt ist es mit der Rectascension, ihre Geschwindigkeit ist die grösste in den Solstizien, Null in den Nachtgleichen.

Wir haben eine gleichförmige Bewegung vorausgesetzt, in der That ist jene der Erde eine solche, sie beschreibt in gleichen Zeiten gleiche Bogen, durchläuft gleiche Räume. Das Bild der jährlichen Sonnendeclination ist vor uns, es ist die Nachahmung der Erdbewegung in ihrem Spiralringe, in der Richtung von Süd nach Nord und umgekehrt. Wir wissen, dass die Erde täglich einen Bogen von 59′8″33 beschreibt; nehmen wir die Sinuse der täglich anwachsenden Bogen der Reihe nach mit 59′8″33, 1°58′16″66; 2°57′24″99 etc. für das ganze Jahr von 365·2422 Tagen bis 360° consecutiv und multipliciren wir diese Sinuse mit dem Halbmesser des Spiralringes von 23°27 12″, so erhalten wir genau jene Zahlen, welche die Ephemeriden als Sonnendeclinationswerthe für jeden Tag des Jahres angeben. Aus diesem Phänomen geht somit deutlich hervor, dass die Erdbewegung eine gleichförmige ist und in einem Kreise vorgeht, der sich auf die Weltaxe bezieht.

A priori sollte man vermuthen, dass die Bewegung der Erde in der zweiten Richtung die durch die Cosinuse repräsentirte Rectascension, eben so wie die Declination mit den Beobachtungen übereinstimmt und mit

Digitized by Google

dieser analog ist; wir wissen, dass dies nicht der Fall ist und dass die Zeitgleichung, welche diese Bewegung vorstellen soll, viermal des Jahres Null wird, und durch ganz andere Zahlen ausgedrückt ist als jene sind, welche die Cosinuse geben. Dieser Umstand hängt von verschiedenen Ursachen ab und hat mit der Declinationsbewegung keine Aehnlichkeit. Erstens geht sie in der Richtung der Sonnenbewegung selbst, im Sinne der Rotation, also senkrecht auf die Declinationsbewegung vor, diese Richtung aber ist zugleich jene unserer Vision (in Bezug auf die Sonne), woraus folgt, dass wir in dieser Richtung keine Winkel zu beobachten haben, diese Bewegung wird durch die Zeit gemessen. Zweitens sind die Variationen des Mittags, das frühere oder spätere Erscheinen der Sonne in dem Meridian mit der Erdrotation in enger Verbindung, welche auf die Bewegung in Declination gar keinen Einfluss ausübt. Drittens ist hier die Lage des Meridians gegen die Sonne entscheidend, und die Erscheinung führt uns zur Frage des Parallelismus der Erdaxe; endlich scheint die geographische Lage des Beobachtungsortes bedeutend auf das Phänomen einzufliessen.

Uebrigens gibt die Gesammtbewegung der Erde in ihrer ausgedehnten Spirale mit grossen Zügen den Beweis ihrer Gleichförmigkeit durch die einmalige Umdrehung der Himmelssphäre während des Jahres, welche mit einer bewunderungswürdigen Genauigkeit vorgeht.

[12.] Indem die Orientirung selbst auf der Erdoberfläche mangelhaft ist, so können die mit ihrer Bewegung verbundenen Himmelsphänomene in vielen Fällen nicht ganz deutlich aufgefasst werden. Von den verschiedenen Geschwindigkeiten z. B., welche durch die Erdrotation erzeugt werden, hat man oft irrige Begriffe und gibt von einander abweichende Erklärungen; aus dem Falle der Körper, aus der Pendelbewegung etc. zieht man gewagte Schlüsse. Wir glauben, dass, um sich über den Zusammenhang der scheinbaren Bewegungen mit der Figur der Erde und der Orientirung Aufklärung geben zu können, Jedermann — wenigstens einmal in seinem Leben — näher betrachten sollte, wie die Rotation vorgeht und welche Umstände mit ihr in Verbindung sind. Ohne diese Betrachtung sind die besten Köpfe Irrungen ausgesetzt.

Betrachten wir z. B. einen Halbkreis, erzeugt durch die Bewegung des Halbmessers auf einen Punct. Ist der Radius beim Anfang der Bewegung horizontal, so kehrt er in diese Lage zurück, nachdem er den Halbkreis von 180^0 beschrieben hat, und bildet in dieser Stellung seine eigene Verlängerung, d. h. seine doppelte Länge ist der Durchmesser des Kreises.

Das Verhältniss der Kreisperipherie zum Durchmesser oder des Halbmessers zur halben Peripherie kann auf verschiedene Arten gefunden, nie aber durch Zahlen genau ausgedrückt werden. Die bekannte Zahl π ist nahe $= 3{\cdot}141592653\ldots$; mehrere Rechner haben die Anzahl

Digitized by Google

der Decimalstellen bedeutend, unter ihren Lagni bis auf 160 ausgedehnt: der leicht im Gedächtnisse behaltbare Bruch von $\frac{113}{355}$ gibt das Verhältniss mit 5 Decimalen genau an.

Die Zahl π durch 180 getheilt gibt den Werth eines Grades von = 0·0174531 ; der Halbmesser in Bogen ausgedrückt ist dessen reciproker Werth von 57°29578 oder in Secunden = 206264″8. Die Peripherien der Kreise verhalten sich wie ihre Halbmesser. Nach den verschiedenen Messungen, welche an der Erde vorgenommen wurden, ergab sich die Länge des Erdquadranten von 10 Millionen Metres, woraus der Umfang der Erde mit 10000 Meilen hervorgeht. Hieraus folgt der Halbmesser der als Sphäre betrachteten Erde von 6,366193 Metres.

Auf einen Grad ihrer Peripherie entfallen somit 111111·11 Metres. auf eine Bogenminute 1851·851, und auf die Secunde 30·8642 Metres. Da die kleine Seemeile eine Meile von einer Minute ist, so ist die Meile von 2 Minuten = 3703·703; die Seemeile, deren 20 auf einen Grad gehen = 5555·55 und die geographische Meile (15 auf einen Grad) von 4 Minuten = 7407·406 Metres. Das Verhältniss zwischen der Meile von 4000 Metres, welche wir anwenden, und zwischen der geographischen (deutschen) Meile ist wie 1 zu 1·85185.

Dreht sich der Halbkreis auf seinem Diameter einmal um, so erzeugt er eine Hohlkugel, die Sphäre, welche somit eine Revolutionsfigur ist. Betrachten wir den Halbkreis als einen halben Durchschnitt der Erde, so genügt er zu allen jenen Betrachtungen, welche sich auf die Eigenschaften der Sphäre in Rotation beziehen.

Der Durchmesser wird die Erdaxe, seine Endpuncte die beiden Pole, und der auf den Mittelpunct der Axe senkrechte Halbmesser liegt in der Ebene des Aequators und zeigt in dieser Lage auf Null. Bewegt er sich auf der einen Seite des Aequators, so durchlauft er graduell alle Puncte des Quadranten und geht somit von 0° bis 90°. In welch immer Lage er sich befindet, welche immer Anzahl von Secunden, Minuten oder Graden er durchgelaufen ist, so gibt er die Polhöhe jenes Erdpunctes, welchen er eben berührt. Die Polhöhe oder Breite eines Erdpunctes ist demnach zugleich seine Entfernung vom Aequator; das Complement (Ergänzung) dieser Breite zu 90° ist des Punctes Poldistanz, somit machen Aequators- und Poldistanz in Summe stets 90° aus. Bis zur Himmelssphäre verlängert zeigt derselbe Radius die Declinationen der Sterne von 0° bis 90°, welche somit den irdischen Breiten entsprechen. Declinirt der Stern vom Aequator, so inclinirt er gegen den Pol, eben so wie der Erdradius.

Betrachten wir den Halbkreis als ein System von Halbmessern, und lassen wir ihn eine Umdrehung machen, so beschreiben alle Halbmesser sowohl im Innern der Erde, auf ihrer Oberfläche und verlängert auch am Himmel die bekannten Parallelkreise. Ziehen wir in dem Halbkreise

auf die Axe senkrechte, mit der Aequatorsebene parallele Linien, so repräsentiren diese die Halbmesser der ihrer Lage entsprechenden Parallelkreise. Alle diese Linien sind die Cosinuse jener Winkel, welche der Erdradius mit der Aequatorsebene bildet und die Polhöhen angibt.

Die Grösse der Bogen der Parallelkreise auf der Erdoberfläche und auf der Himmelssphäre nimmt ab wie die Radien der Kreise, wie die Cosinuse der Polhöhen abnehmen. Man kann somit für eine jede Erdparallele die Anzahl der Metres angeben, welche auf einen seiner Grade entfällt. Zeigt z. B. der Erdradius auf 60^0 Polhöhe, so ist der Cosinus dieses Winkels = 0·5, der Halbmesser die Hälfte des Erdradius und der Werth eines Grades = 55555·55 Metres. Eben so hat der Parallelkreis des Sternes den Cosinus seiner Declination zum Halbmesser.

Die Parallelkreise werden somit nicht durch die Cosinuse, oder die auf die Axe senkrechten Linien beschrieben, sondern durch die Erdradien: nimmt man hierauf keine Rücksicht, so verfällt man auf irrige Interpretationen. Die Erdparallelen sollen den Himmelsparallelen entsprechen; würden sie durch ihre eigenen Radien beschrieben sein, so würde ihnen allen — bis zum Firmament verlängert — der Himmelsäquator entsprechen, denn die kleine Erde ist im Vergleich zum Himmelsglobus verschwindend, wohingegen die verlängerten Erdradien sich nach allen Richtungen gegen die Himmelssphäre ausbreiten.

Unter der Unzahl von Erdradien ist nur ein einziger — der Aequatorialradius — der senkrecht auf der Axe ist und somit eine Ebene beschreibt, alle übrigen beschreiben während der Rotation Kegel, deren Spitzen vom Aequator an stets zunehmen, deren Winkel abnehmen, bis der Radius am Pole weder einen Kegel noch einen Kreis mehr beschreibt. Die Basis der Kegel ist der dem Winkel entsprechende Parallelkreis. Zu bemerken ist es, dass kein Halbmesser der Parallelkreise senkrecht auf die Erdoberfläche fällt, sondern dass sie vom Aequator an immer mehr und mehr zu derselben geneigt, wohingegen alle Erdradien darauf senkrecht sind. Da nun jeder aufrecht stehende Mensch (Beobachter) als die Verlängerung eines Erdradius betrachtet werden kann, so muss wohl Jedermann auf der Erdoberfläche senkrecht stehen. Dass demnach die Parallelradien verlängert nicht durch den Beobachter gehen, ist an sich klar, denn sonst könnte Niemand auf der Erde senkrecht stehen, sondern müsste mit ihrer Oberfläche einen Winkel bilden, der gleich seiner Polhöhe ist, und auf der ganzen Erde gebe es nur einen Zenith, der mit dem Himmelsäquator zusammenfällt. Jeder Beobachter liegt somit auf der Oberfläche eines vom Erdradius beschriebenen Kegels, er hilft mit, ein Stück dieser Oberfläche sowie auch seinen Parallelkreis zu beschreiben. Vom Aequator bis zum Pole hat Jedermann seinen Zenith für sich, und Alle, die mit ihm in derselben Parallele sind, haben dieselbe Breite. Die geographische Position des Beobachters ist daher

Digitized by Google

durch den Winkel gegeben, der zwischen seinem Zenith und dem Himmelsäquator ist; sein Parallelkreis ist am Himmel zugleich sein Zenithalkreis und enthält alle Sterne, deren Declination gleich seiner Polhöhe ist.

Wenn man in einem Buch liest, dass „alle Sehlinien zusammengenommen, welche auf die Puncte der Himmelsparallele gerichtet sind, einen geraden Kegel mit kreisförmiger Basis bilden, dessen geometrische Axe die Weltaxe ist, und dessen Spitze in dem Auge des Beobachters liegt*)" so muss man alsogleich die Täuschung bemerken, denn das Auge des Beobachters, anstatt den seiner Position entsprechenden Parallelkreis zu beschreiben, anstatt sich mit der Erde zu drehen, anstatt sich auf der Erdoberfläche zu befinden, müsste unmittelbar im Centrum der Erde selbst sein, indem alle Spitzen der Kegel sich hier vereinigen. Die Weltaxe als Verlängerung der Erdaxe geht in der That durch den Mittelpunct aller Parallelkreise, also auch durch jenen der Kegelbasis, sie müsste somit auch durch das Auge eines jeden Beobachters gehen. Dies könnte selbst ohne Rotation nicht der Fall sein, denn befindet sich der Beobachter am Pole, so geht die Weltaxe in der That durch sein Auge, wenn er seinen Zenith betrachtet, dann aber gibt es für ihn weder Parallelen noch Kegel, denn er beschreibt keinen Kreis. Man kann aber im Allgemeinen sagen, dass jeder Stern, jeder Punct des Himmels in der Verlängerung eines Erdhalbmessers liegt, und dass folglich alle dem Erdmittelpunct zugekehrt sind, nicht aber gegen das Auge des Beobachters, oder was dasselbe ist, nicht gegen denselben Punct der Erdoberfläche. Hierin liegt der Grund, warum die practische Astronomie die geocentrischen Positionen betrachtet.

[13.] Ist man sich klar bewusst, dass bei der allgemeinen Bewegung ein Himmelskörper nur in einer Spirale sich bewegen kann, d. h. nur eine Spirale beschreiben kann, wenn er überhaupt circulirt, so ist das Studium der projicirten Bewegung bedeutend erleichtert, es hat einen Anhaltspunct, eine Richtung erhalten.

Betrachten wir die Bewegungen der Planeten auf dieselbe Art, wie wir die Erdbewegung abzuleiten versucht haben, so können wir dieselbe Einfachheit nicht mehr finden, denn die Bewegung des Planeten ist mit jener der Erde vermengt; ist diese bekannt, so kann sie ausgeschieden werden und die eigene Bewegung des fraglichen Himmelskörpers kann näher studiert werden.

Die Erdbewegung ist durch jene der Sonne wenig afficirt, wenig verändert, ausser dieser Sonnenbewegung enthält jene der Erde nichts Fremdartiges, beide gehen, wie wir wissen, in demselben Sinne vor. Die kleinen Unterschiede in der jährlichen Bewegung der Erde, insbesondere jene, welche sich zeigen, je nachdem die Erde auf der Süd- oder Nordseite der

*) Arago I. p. 232.

Digitized by Google

Sonne sich befindet, deuten wohl an, dass auch sie sich versetzt und ihre Stellung im Raume ändert, ja man kann die Richtung ihrer Bewegung, so wie diese der Erde erscheint, annähernd angeben. Diese kleinen Veränderungen in der jährlichen Erdbewegung sind jedoch der zartesten Natur und wir haben bereits bemerkt, dass, will man definitive Schlüsse aus ihnen ziehen, sie vorerst der strengsten Prüfung unterworfen werden müssen, und zwar durch die am Aequator zu machenden genauen Beobachtungen.

Die Bewegung des uns so nahen Mondes enthält die kleinsten Nuancen der Erdbewegung in sich, ja man kann sagen, dass die zartesten scheinbaren Variationen der Erdbewegung vom Monde in einem vergrösserten Maassstabe reproducirt oder projicirt sind. Das immense Material, welches die Beobachtung über diesen Himmelskörper aufgehäuft hat, enthält für das Studium einen grossen Schatz und ermöglicht, dass man zu einer genäherten rationellen Kenntniss seiner so complicirt erscheinenden Bewegungen gelangt, ohne genöthigt zu sein, seine Zuflucht zu imaginären Ursachen, zu der unbegreiflichen Einwirkung der Attraction nehmen zu müssen.

Wir beschränken uns auf Andeutungen des einzuschlagenden Weges, auf welchem man durch das Studium der projicirten Bewegung zur Kenntniss der wirklichen gelangen kann; ein Werk zu liefern, welches alle hieher gehörigen Studien erschöpfend in sich fasst, ist nicht die Aufgabe eines Einzelnen, an der Befestigung des Systems von Copernik haben alle Geometer und Astronomen, grosse und kleine, bis heute mit vereinten Kräften gearbeitet, es ist die Aufgabe und der Beruf der Zukunft an die Stelle des gestürzten Systems etwas anderes zu setzen, d. h. das imaginäre mit der Realität auszutauschen.

Wir haben bemerkt, dass unter allen Bewegungen oder ihren Projectionen jene der Declination die grösste Aufmerksamkeit erfordert, zugleich aber sich am deutlichsten ausspricht, indem diese Bewegung bei den Planeten auf die Sonnenbahn, bei den Monden auf die Bahn ihrer Planeten senkrecht vorzugehen scheint, wo hingegen die Bewegung in Rectascension, ohne Ausnahme, der Richtung der Sonnenbewegung selbst folgt, welche in gewisser Beziehung auch die Richtung unserer Vision ist. Haben wir angenommen, dass die Summe der südlichen und nördlichen Declination eines Planeten oder Mondes die Projection des Durchmessers seines Spiralringes, oder nach der heutigen Theorie die Projection der grossen Axe der elliptischen Bahn ist, so muss dieser projicirte Durchmesser, wenn die Spirale eine kreisförmige, eine cylindrische ist, unverändert, also beständig dieselbe Grösse haben; ändert sich dieser Durchmesser, oder was dasselbe ist, ändert sich die Summe der Declination eines Weltkörpers, so entsteht die Frage, ist die Ab- oder Zunahme constant oder eriodisch? Im ersten Falle nimmt mit der constanten Abnahme der De-

Digitized by Google

clination der Durchmesser der Bahn constant ab und die Circulation des Weltkörpers wird in immer engere Grenzen eingeschlossen, ohne dass die Spirale in ihrer Krümmung verändert wird; ist die Aenderung der Projection periodisch, folgt einer Abnahme wieder eine Zunahme und umgekehrt, wie dies beim Mond effectiv der Fall ist, so ist man berechtigt hieraus zu schliessen, dass die Projection sich ändert, d. h. die bezüglichen Stellungen der Himmelskörper sich dergestalt geändert haben, dass die perspectivische Ansicht der Spirale sich darnach verändert hat. Man könnte aus diesem Phänomen auch schliessen, dass die Spirale nicht kreisförmig, nicht regulär cylindrisch, sondern elliptisch mit zwei Axen versehen ist.

In der That ist kein plausibler Grund vorhanden, warum ein Himmelskörper eher die eine als die andere Figur beschreiben soll und die Neigung der Alten zum Kreise ist ein Aequivalent der Neigung der Neuen zur Ellipse. Geht man von diesem Gesichtspunct aus, so kann man sagen, dass es eben so gut eine elliptische als eine kreisförmige Spirale als Bahnfigur da sein kann, denn man weiss, dass man z. B. den einfachen Pendel sowohl im Kreise, in allen Arten von Ellipsen, als auch in einer Geraden bewegen lassen kann. In der astronomischen Theorie begegnet man häufig dieser Art Argumentation, dass nämlich „kein Grund vorhanden ist, warum eher dieses oder jenes stattfinden soll," es ist aber ersichtlich, dass diese Art Anschauung des wissenschaftlichen Princips entbehrt und ohne Anhaltspunct ist.

Wir sagen, es ist eine absolute Unmöglichkeit, dass ein Weltkörper im freien Raume sich mit einer veränderlichen Geschwindigkeit bewege, demnach die „gleichförmige Bewegung" eine Naturnothwendigkeit ist; die gleichförmige Bewegung, wenn sie eine kreisende ist, bedingt aber die gleiche Krümmung der beschriebenen Curve. Das, was wir eine Bahnfigur nennen, ist somit das Werk der Bewegung, sie wird durch diese erzeugt, nicht aber umgekehrt, wie die Theorie verfahren ist, die zuerst die Bahnfigur bestimmt und aus dieser die Bewegung ableitet. Aus dieser Betrachtung geht nun hervor: zeigt sich in der Bewegung ein elliptisches Element, so ist dieses sicherlich eine Projection.

Ist das Maximum und das Minimum, welches die Declination eines Weltkörpers erreicht, so wie die Periode ihrer successiven Uebergänge bekannt, so müssen diese beiden Grenzen mit den beiden Axen der projicirten Ellipse genau übereinstimmen. Aus dieser Bemerkung geht die Bedeutung der Worte, Excentricität, Neigung der Bahn, Abnahme der Schiefe, Bewegung des Perihels etc. hervor, und eben die Beobachtungen müssen uns zur richtigen Auffassung dieser Erscheinungen führen; „wir sehen eine graduell veränderte Projection der Bewegung, welche sich im Raume versetzt."

Digitized by Google

Die periodische Ab- und Zunahme der Mondesdeclination ist constatirt; die Differenz zwischen dem Maximum und Minimum derselben muss die Differenz zwischen der grossen und kleinen Axe seines projicirten elliptischen Spiralringes geben.

Die Abnahme der Schiefe der Ecliptik ist jährlich eine halbe Secunde, um diese Quantität ändert sich die Projection des Erdspiralhalbmessers, die Sonnendeclination; hieraus folgt, dass auch die Erdspirale sich elliptisch projicirt. Ist es constatirt — was aber noch nicht ist — dass die Grenze dieser Abnahme drei Grade nicht übersteigt, so folgt, dass die Differenz zwischen der grossen und kleinen Axe des projicirten Spiralringes 6 Grade beträgt, woraus die Excentricität der Erdbahn als Schluss hervorgeht.

[14.] Die grösste und wichtigste aller Himmelserscheinungen, wir möchten sie in Bezug auf die Astronomie das Grundphänomen nennen, ist die genaue Reproduction des Erdsphäroids sowohl, als auch aller seiner Bewegungen durch den Himmel selbst.

Durch den Auf- und Untergang war die tägliche Umdrehung des Himmels gegeben, dieses Phänomen konnte wohl Niemandem entgehen. Die jährliche Umdrehung derselben Himmelssphäre wahrzunehmen, war eine längere Zeit nöthig, man erkannte aber auch diese bald durch das Aufeinanderfolgen der Sterngruppen oder Bilder, der Constellationen, so wie diese nach und nach aufgehen, wie der Himmel jede Nacht einen anderen Anblick gewährt und wie endlich während einer gewissen Periode alle Bilder sich gezeigt haben. Diese Periode ist das Jahr, sie repräsentirt eine andere, von der täglichen Umdrehung unterscheidbare Bewegung.

Dass der Sternhimmel sich auf zwei fixen Polen drehet, in seiner Mitte einen grossen Kreis, den Aequator, von diesem an stets kleiner werdende Parallelkreise hat, dies alles war ersichtlich. Als man nun einzusehen begann, dass das immense Weltall sich nicht mit einer Doppelbewegung um die Erde drehen könne, war es ganz einfach selbe auf diese zu übertragen. Wo ist nun der Grund jener Schwankungen, welche sich zwischen der Fixität und der Bewegung der Erde gezeigt und Jahrtausende gedauert haben? Man konnte nicht zu der Ansicht gelangen, dass Umdrehungsaxe, Pole und Kreise des Himmels von der Erde entlehnt sind, denn man hatte sich von der Figur dieses Weltkörpers Begriffe gemacht, welche eine der beobachteten ähnliche Reproduction derselben nicht zulassen. Es hätte jedoch durch die normale Function des Gedankens einleuchtend sein können, dass, wenn die Erde fix ist, wir wohl noch einen sphärischen Himmel sehen, so wie diesen unsere Vision abrundet, nicht aber Pole und Kreise verschiedener Grösse.

Die beiden Bewegungen der Erde sind keine Projectionen im gewöhnlichen Sinne des Wortes, sie werden von der Himmelssphäre einfach nachgeahmt; wir folgern aus diesem Umstande, dass sie vereint in der-

Digitized by Google

selben Richtung vorgehen, und dass aus diesem Phänomen der Doppelbewegung, weder die von der Erde beschriebene Figur, noch die Dimensionen ihrer Bahn abgeleitet werden können.

Hat man erkannt dass die Erde ein Planet ist, so muss man auch erkennen, dass ihre Bewegungen sich nicht auf den Sternhimmel, sondern auf die Sonne beziehen. Die Erdbewegung, so wie sie von der Sonne angezeigt wird, ist eine Projection auf die Himmelssphäre, und das aufmerksame Studium der scheinbaren Sonnenbewegung führt zur näheren Kenntniss der Ausdehnung der Erdbewegung im Raume, auf die Dimensionen ihrer sogenannten Bahn und auch theilweise auf die Figur dieser Bahn, welche jedoch durch die Sonne direct nicht angezeigt ist.

Dass die Figur der Erdbewegung in allen ihren möglichen Projectionen auf der Himmelssphäre aufzufinden ist, dass die Sterne durch ihre scheinbare jährliche Bewegung diese Projectionen bilden, dass hieraus die ununterbrochene Versetzung der Erde im Raume, und somit eine endlose sich nie schliessende Bahn hervorgeht, ist das Resultat der neueren Beobachtungen, deren Reihe mit Bradley beginnt. Von diesem herrlichen Phänomen, welches zugleich Aufklärung über die Sonnenbewegung gibt, wird das grosse Publicum, wird die wissbegierige Jugend nichts erfahren, so lange in den Büchern und Schulen Copernik's System und die geschlossenen Ellipsen als unumstössliche Wahrheiten gelehrt werden.

Ein sehr instructives Phänomen ist die Passage der Sonnenscheibe durch den Meridian; es wird nämlich beobachtet, wie viel Zeit der Sonnendiameter verwendet, um durch den Kreuzfaden des Meridianinstrumentes zu passiren. Die Zeit ist in den Ephemeriden für jeden Tag des Jahres angegeben, sie ist von Tag zu Tag eine andere und richtet sich nicht nach dem scheinbaren Durchmesser der Sonne, sondern nach ihrer Declination, d. h. nach den Parallelkreisen, in welchen die Sonne abwechselnd erscheint.

Wir haben zu erwähnen, dass die Calculs einmal in Sternzeit, ein anderes Mal in mittlerer Zeit gemacht sind, und dass es dem Rechner freigestellt ist, die eine oder die andere zu wählen.

Es ist eine unumstössliche Thatsache, dass ein Punct der Erdoberfläche — der Meridian — während der Zeit von $23^h 56' 4''909$ (Sterntag genannt) am Himmel einen Kreis von 360^0 beschreibt, dass folglich das Verhältniss zwischen Zeit und Bogen in Bezug auf den Sternhimmel und in Bezug auf diese Bewegung wie 1 zu $15{\cdot}0411 = 360 : 23^h 56' 4'' 909$ ist.

Unsere Leser werden hoffentlich darüber im Klaren sein, dass in diesen 360^0 der Himmelssphäre, der dem Sterntage entsprechende Translationsbogen der Erde schon enthalten sein müsse, dass somit der Sterntag nicht die Rotationsdauer sein kann. Würde man in den Büchern lesen, dass die Astronomen darum die $23^h 56' 4'' 909$, 24. Stunde genannt haben, um die Rectascensionen der Sterne, welche sich auf die 360^0 des Firma-

Digitized by Google

mentes beziehen, leichter schätzen und das Verhältniss der Zeit zum Bogen wie 1 zu 15 herstellen zu können, so würde der Student ein solches Verfahren als einen technischen Handgriff hinnehmen, woraus kein Schluss auf die Rotationsdauer hervorgeht. Sagt man aber, wie dies alle Astronomen sagen, dass die *wahre* Rotationsdauer der Sterntag ist, so hat man ausdrücklich gesagt, dass die 360° des Himmels durch die Rotation allein beschrieben sind, daher von der Translationsbewegung der Erde gar nichts enthalten. Nach einer solchen decidirten Erklärung muss demnach die Theorie beweisen, dass die Translationsbewegung der Erde gänzlich verloren geht, oder dass diese durch ein anderes Phänomen besonders angezeigt wird. Sagt hierauf die Theorie, dass die mittlere tägliche Bewegung der Sonne 59′8″33 ist, welche zu beschreiben die Rotation 3′56″555 Zeit verwendet, so hat sie dadurch erkannt, dass die Sonnenbewegung während des Sterntages in den 360° schon enthalten ist, da sie ihren Tagbogen nicht während des Sterntages sondern in 24 Stunden beschreibt. Was soll aber die Theorie nach diesem Factum sagen? Hat die Erdrotation in 24 Stunden 360° + 59′8″33 gleichfalls allein beschrieben? Oder soll sie sagen, dass die scheinbare Bewegung der Sonne von der wirklichen Bewegung der Erde unabhängig ist? Dass die Sonne wohl eine jährliche Translation hat, die Erde aber nicht?

Der scheinbare Durchmesser der Sonne ist — wie wir dies schon gesehen haben — in den ersten Tagen des Monats Juli der kleinste und wächst bis zum Ende des Jahres ununterbrochen; hat er sein Maximum erreicht, so beginnt seine Abnahme und setzt sich in demselben Verhältniss fort, in welchem die Zunahme stattfand. Während dieser halbjährigen Perioden ist die Sonne in den Grenzen ihrer beiden Declinationen — Süd und Nord — auf Parallelkreise projicirt, welche sich auf beiden Seiten des Aequators von 0 bis 23° 27′ 12″ erstrecken. Diese Kreise werden immer kleiner, und da die Bogengrössen der Kreise sich wie die Halbmesser verhalten, so ist es klar, dass die Sonnenscheibe auf einen kleineren Kreisbogen projicirt, einen grösseren Raum einnehmen muss. Alle Parallelkreise sind in derselben Zeit beschrieben, folglich verhalten sich ihre Geschwindigkeiten wie ihre Halbmesser, woraus folgt, dass je kleiner der Kreis oder sein Bogen, desto mehr Zeit verwendet ein Punct, um denselben Bogenraum, der sich auf den Aequator bezieht, zu beschreiben. Würde nun die Sonne mit gleichen scheinbaren Durchmessern auf kleinere Parallelen projicirt sein, so würde die Dauer ihrer Meridianpassagen sich genau so verhalten, wie die Cosinuse ihrer Declination; die Zu- und Abnahme ihres scheinbaren Durchmessers ändert dieses Verhältniss in einem sehr kleinen Maasse.

Würde z. B. die Sonne oder ein anderer Himmelskörper in Folge der Rotation einen Grad des Aequators in 4′ beschreiben, so würde er auf die

Digitized by Google

Parallele von 60 Graden projicirt, dieselbe Bogengrösse in 8′ beschreiben, indem dieser Kreis genau die Hälfte des Aequatorkreises ist. etc.

Wir können uns vorstellen, dass der Meridiankreis des Beobachters alle jene Gradationen der Geschwindigkeiten enthält, welche den Parallelkreisen zukommen; woraus dann ersichtlich wird, dass der Beobachter auf diesen Umstand aufmerksam sein müsse. So z. B. bezieht sich der Kreis eines Beobachtungsinstrumentes auf den grössten Himmelskreis; seine Grade oder Bogen sind somit nicht mehr dieselben, wenn man das Rohr auf kleinere Parallelkreise richtet etc., die Himmelskörper werden sich langsamer zu bewegen scheinen, je weiter sie vom Aequator abstehen, wenn ihre scheinbare Bewegung durch die Erdbewegung erzeugt ist. Umgekehrt ist der Fall, wenn die Weltkörper ihre eigene Bewegung haben, sie werden einen um so grösseren Bogenraum beschreiben, um so schneller sich zu bewegen scheinen, je weiter sie vom Aequator angular entfernt sind. Schenkt man dieser Eigenheit der projicirten Bewegung keine hinlängliche Aufmerksamkeit, so kann man in Bezug auf die variablen Geschwindigkeiten irrige Schlüsse machen.

[15.] Durch die Vervollkommnung der Beobachtungsinstrumente ward es möglich, deutlich wahrzunehmen, wie die scheinbaren Durchmesser der Sonne regelmässig wachsen und wieder abnehmen, man konnte die Grössen der Veränderungen genau messen. Von dieser Zeit an warf sich die Theorie mit aller ihrer Kraft auf dieses bedeutungsvolle Phänomen, sie brachte mit demselben nicht nur ihre, über die Erdbewegung aufgestellten Ansichten in Verbindung, sondern sie basirte darauf die meisten ihrer numerischen Evaluationen. Es wurde als eine, jede weitere Frage ausschliessende Thatsache angenommen, dass die Variationen des scheinbaren Sonnendurchmessers keine andere Ursache haben können, als ihre variablen Distanzen von der Erde. Aus dem kleinsten Durchmesser folgt die grösste Entfernung, aus dem grössten die kleinste, in der Mitte beider liegt die mittlere.

So wie alle Planeten kreiset die Erde um den Mittelpunct der fixen Sonne, ihr radius vector, der gespannte Faden, verlängert und verkürzt sich somit abwechselnd während der Circulation; setzt man ihre mittlere Entfernung = 1, so sind die beiden Extreme 1·0168 und 0·9832, woraus hervorgeht, dass die von der Erde beschriebene Figur eine Ellipse mit der Excentricität von 0·01678 ist. Aus der Ellipse folgt, dass die Erde sich mit variablen Geschwindigkeiten bewegt, und in gleichen Zeiten ungleiche Bogen beschreibt, da aber die Ellipse eine geschlossene Figur ist, und in einer Ebene liegt, so muss der radius vector — der gespannte Faden — nach dem Gesetz Kepler's, in gleichen Zeiten gleiche Flächen beschreiben. Indem die Erdbewohner ihren Kalender haben, so sind diese erfundenen Phänomene mit dem Kalender in Verbindung zu setzen; die grösste Entfernung der Sonne, ihre Apogée, ist den 2. Juli, am nächsten ist sie der

Digitized by Google

Erde mit Ende December; in ihrem mittleren Abstand einmal mit Ende März, das andere Mal Anfangs October; da ferner auf jener nördlichen Halbkugel der Erde, auf welcher die allergenauesten Beobachtungen gemacht werden, sich auch 4 Jahreszeiten befinden, so folgt, dass die Sonne im Sommer von der Erde sehr entfernt, daher auch viel wärmer ist, und diese sich sehr langsam bewegt, im Winter hingegen, wo es ihrer grossen Nähe wegen so kalt ist, sie sehr schnell läuft; im Frühjahr und im Herbste bewegt sie sich mit ihrer mittleren Geschwindigkeit.

Wie sich die Sonne in der heissen und in der kalten Zone — wo es nämlich keine 4 Jahreszeiten gibt — benimmt, dass sagt die Theorie nicht.

Aus dem scheinbaren Durchmesser der Sonne geht ihre wirkliche Entfernung nicht hervor, man kann somit die wirkliche Grösse der elliptischen geschlossenen Bahn der Erde nicht angeben. Es ist jedoch eine unbezweifelbare Gewissheit, dass die mittlere Entfernung der Sonne die halbe grosse Axe der Ellipse ist, denn sonst könnte die Erde nicht als eine Schleuder um den Mittelpunct der Sonne kreisen, sie könnte sich nicht in einer invariablen geschlossenen Ebene variabel bewegen.

Nach dem dritten Gesetze Kepler's müssen sich die Würfel der Entfernungen — der halben grossen Axen — verhalten wie die Quadrate der Umlaufszeiten; wenn man demnach die Entfernung der Sonne auch nicht kennt, so hindert dies keineswegs, dass man sie nicht als die Einheit betrachten könne, woraus dann folgt, dass man auch die Bahngrösse als bekannt annehmen kann, denn die Umlaufszeit hängt von der halben grossen Axe ab.

Wir haben bereits erwähnt, dass Kepler's drittes Gesetz eben so wenig aus den Beobachtungen abgeleitet ist als die beiden andern. Zu seiner Zeit war keine Entfernung, weder der Sonne oder des Mondes, noch eines Planeten von der Erde wissenschaftlich abgeleitet, blos von der Entfernung der beiden inneren Planeten — Mercur und Venus — hatte man mit Hilfe der Epycykeln annähernde Schätzungen; die Sonne war zu Kepler's Zeit bei 2 Millionen Meilen von der Erde entfernt, dies war für Kepler zu nahe, er hat sie daher bis auf 7 Millionen Meilen weiter geschoben, woraus man deutlich erkennt, dass sein Gesetz für jeden Fall richtig sein muss, welche immer die Entfernung der Himmelskörper ist.

Als später die Sonnenferne mittelst ihrer Parallaxe — immer nach dem dritten Gesetz — bestimmt wurde, handelte es sich darum, eine von den vielfältigen Distanzen zu wählen, welche den scheinbaren Durchmessern der Sonne entsprechen, um sie als definitive Einheit aufstellen zu können, wornach dann die Entfernungen aller Planeten aus dem dritten Gesetz „sehr leicht“ hervorgehen, da ihre siderische Umlaufszeit bekannt ist. Aus diesem Umstande sollte man schliessen, dass die Umlaufszeit

nicht, wie es die Bücher lehren, von der halben grossen Axe abhängt, sondern dass umgekehrt diese aus jener hervorgeht.

Die Theorie hat entschieden, dass die Sonne dann in ihrer mittleren Entfernung von der Erde sei, wenn ihre Parallaxe 8″58 ist, welcher der scheinbare Durchmesser der Sonne von 32′2″95 entspricht, wenn somit der — erste April ist. Diese Entfernung in Meilen zu 4000 Metres ausgedrückt ist 38,230496 Meilen. Diese willkürliche Annahme der halben grossen Axe der geschlossenen Ellipse nennt die Theorie eine „genaue Bestimmung" und leitet daraus alles das ab, was sie — ableiten will.

Wird die Erdbahn einstweilen als ein Kreis betrachtet und die siderische Umlaufszeit der Erde als die *wahre* angenommen, so ist ihre *mittlere* Geschwindigkeit in der Zeitsecunde = 7·61164 Meilen. Was gehört nun Alles dazu, um die Masse der Sonne so genau bestimmen zu können, als hätte man sie auf die Wage gelegt? Um aus dieser Masse ihre Schwere, den Fall der Körper auf ihrer Oberfläche, ihre Pendellänge, das Gewicht eines Pfundes etc. eben so genau zu bestimmen?

Kreiset die Erde nicht um den Mittelpunct der Sonne, was nur der Fall ist, wenn die Sonne als ruhend betrachtet wird, so ist ihre Entfernung von dieser nicht die halbe grosse Axe ihrer Bahn; ist ihre Entfernung variabel, so ist auch ihre Geschwindigkeit variabel; ist die siderische Umlaufszeit keine Umlaufszeit, so ändert sich das Rechnungselement; die Sonne hat somit so vielerlei Massen, Schweren etc. als sie variable Durchmesser besitzt. Mit dieser genauen Bestimmung der Sonnenmasse hängt die gleichfalls genaue Bestimmung der Planetenentfernungen, Grössen, Massen, Schweren, Dichten etc. zusammen: ist die Sonnenferne grösser, so sind auch alle Planeten weiter von der Erde, sie werden grösser, da ihre scheinbaren Durchmesser kleiner werden etc.

Wir haben diesen Umstand hinlänglich beleuchtet, damit der Leser erkenne, auf welch lockerem Grunde die theoretischen Bestimmungen gebaut sind und wie sie nothwendigerweise in ein Nichts sich auflösen, wenn man die Folgen der Sonnenbewegung studiert.

Der Erdhalbmesser, beiläufig der 24000ste Theil der Sonnenferne, übt keinen bedeutenden Einfluss auf den scheinbaren Durchmesser der Sonne aus, es ist somit gleich, ob man die von der Erdoberfläche direct gemachten Beobachtungen oder die auf ihren Mittelpunct reducirten Winkel zu Grunde legt. Will die Theorie den von ihr aufgestellten Satz beweisen, dass die Variationen des scheinbaren Sonnendurchmessers einzig und allein die Folgen der grösseren oder kleineren Entfernung sind, so muss sie beweisen können, dass z. B., wenn die Sonne sich im Aequator befindet, ihr Durchmesser für jeden Beobachter, auf welchem Erdpuncte immer, 32′3″ ist; eben so muss er für alle Erdpuncte 32′36″4 sein, wenn die Sonnendeclination — südliche — ihr Maximum erreicht hat, und endlich für jeden Beobachter 31′31″4 sein, wenn ihre nördliche Declination

Digitized by Google

nahe im Maximum ist. Dass die Theorie dieses nicht beweisen kann, das haben wir hinlänglich gesehen, denn der Sonnendurchmesser erscheint in demselben Augenblick auf verschiedenen Breitengraden verschieden, woraus der — in der That unumstössliche — Beweis hervorgeht, dass die Aenderungen des scheinbaren Sonnendurchmessers nicht durch die Entfernung hervorgebracht sind.

ROTATION UND TRANSLATION.

[1.] Zur Bezeichnung der Rotationsbewegung bedient man sich verschiedener Ausdrücke; sich einmal *um* seine Axe, *um* seinen Mittelpunct, *um* oder *über* sich selbst etc. drehen, sollen andeuten, dass eine Rotation vollendet ist: man findet oft das Wort Revolution für Rotation gesetzt; keine dieser Bezeichnungen ist correct.

Sagt man, ein Körper dreht sich *um* seine Axe, so theilt man die häufig ausgesprochene Meinung, nach welcher Axe und Pole fix sind und folglich an der Bewegung keinen Theil nehmen. In einem sich bewegenden Körper kann aber nichts Unbewegliches sein, und wenn wir auch Axe und Pole als geometrische Linien und Puncte betrachten, so können wir sie dennoch nicht als immateriell annehmen. So z. B. hat eine hohle Kugel, ein Ballon in Rotation seine Umdrehungsaxe und Pole, welche stets angebbar sind und sich mit der Kugel zugleich drehen. Dass die Dimensionen der Axe und der Pole verschwindend sein können, dass somit ihre Bewegung nicht mehr wahrnehmbar wird, ist selbstverständlich. Wir sagen demnach, dass ein Körper *auf* seiner Axe, *auf* seinen Polen und mit diesen zugleich sich dreht.

Der Ausdruck „sich um den Mittelpunct drehen“ enthält den Begriff der Rotation nicht, er lässt uns ohne Orientirung und entbehrt des essentiellen Characters dieser Bewegung, welche sich auf einen Aequator — den grössten Kreis — und auf eine Umdrehungsaxe bezieht; aber zu sagen, wie dies in den Büchern oft vorkommt, — besonders wenn man von der Erde oder dem Monde spricht — dass sie sich „über sich selbst drehen,“ hat gar keinen Sinn, da es absolut unmöglich ist, dass sich ein Körper *um* oder *über* sich selbst drehe.

Es ist ausser Zweifel, dass die Rotation zugleich eine revolutive — eine umwälzende — Bewegung ist, und man kann sagen, dass z. B. Derjenige, welcher sich auf seiner Ferse einmal umdreht, eine Revolution vollendet hat: in der Astronomie aber hat man die beiden Worte zu unterscheiden und zu sagen, die drehende Bewegung, die Axendrehung ist Rotation, die kreisende Bewegung, das Beschreiben eines Kreises, ist Revolution, ist Translation. Dass eine Translation für sich allein, so wie auch eine Rotation ohne Translation möglich ist, zeigt die Erfahrung, welche

wir aus irdischen Erscheinungen schöpfen: wir wissen aber, dass ein Körper nur dann eine Axendrehung „allein" haben kann, wenn die Endpuncte seiner Umdrehungsaxe, seine Pole, auf festen Unterlagen oder Puncten ruhen. In den Himmelsräumen gibt es keine festen Puncte, folglich kann dort keine Rotation für sich allein bestehen, sie ist stets mit der Translation verbunden; man kann somit nicht sagen, dass diese beiden Bewegungen — sind sie einmal da — von einander unabhängig sind.

Jeder Körper, welcher Figur immer, kann in den Zustand der Rotation kommen, und jeder Punct desselben beschreibt während einer Umdrehung einen Kreis; nachdem die Himmelskörper für Sphären genommen sind, finden wir in ihrer Rotation einen speciellen Fall.

Die Sphäre enthält eine unendliche Anzahl von Durchmessern, welche alle durch ihren Mittelpunct gehen und an zwei sich entgegengesetzten Puncten ihre Oberfläche berühren; jeder dieser Durchmesser kann eine Rotationsaxe werden. Wie die drehende Bewegung beginnt, kann man die Sphäre so betrachten, als bestände sie aus Parallelkreisen, deren Ebenen senkrecht auf der Rotationsaxe sind: dass demnach die Mittelpuncte aller Kreise in der Axe selbst liegen; der grösste unter ihnen ist der Aequator; auf beiden Seiten dieses grössten Kreises sind die auf einander folgenden immer kleiner und kleiner. In der Richtung der Axe gesehen zeigt sich diese Sphäre als ein System von concentrischen Kreisen; der äusserste ist der Aequator, der letzte ist ein Punct, einer der Pole.

Die Ebene eines welch immer Parallelkreises ist gleichfalls ein System von concentrischen Kreisen, und man kann sich vorstellen, dass jede nach dem Aequator folgende Ebene um einen Kreis — den äussersten — weniger enthält, bis die letzte abermals den Punct des Poles vorstellt.

So wie die Parallelkreise alle Puncte der Oberfläche der Sphäre in sich enthalten, so enthalten die concentrischen Kreise der parallelen Ebenen alle Puncte des Innern der Sphäre.

Dreht sich die Sphäre, so beschreiben alle ihre Puncte, äussere und innere, ihren ihnen zugehörigen Kreis in derselben Zeit; da die Geschwindigkeiten sich wie die Halbmesser verhalten, so entstehen unter den — äusseren und inneren — Puncten so viele verschiedene Geschwindigkeiten als es Kreise verschiedener Grösse gibt, deren Anzahl, wie wir sehen, unendlich genannt werden kann. Die Geschwindigkeit eines Punctes in Rotation wächst mit seiner Entfernung von der Axe, und in Bezug auf die Puncte der Oberfläche ist die grösste Geschwindigkeit am Aequator, die kleinste, nahe = 0, an der Axe selbst, am Pol.

Der wesentliche Unterschied zwischen Rotation und Translation ist somit der, dass die erstere Bewegung verschiedene Geschwindigkeiten der

Digitized by Google

Puncte der Sphäre erzeugt, während bei der Translation — insbesondere bei der geradlinigen — alle Puncte der Sphäre sich mit derselben Geschwindigkeit bewegen.

|2.| Man hat für die Sphäre drei Cardinalaxen angenommen. Wir können sehen, dass der eigentliche Sinn der drei auf einander senkrechten Axen, welche aus der enormen Anzahl der Axen gewählt sind, nichts Anderes ist, als dass sie die drei Coordinaten des Raumes vorstellen. Sagt man, dass zwei davon sich in der Ebene des Aequators befinden, so muss man sogleich hinzufügen, dass sie durch die Rotation und ihre Axe gegeben und bestimmt sind. Uebrigens haben diese zwei in der Aequatorsebene liegenden Axen gar nichts zu thun, sie tragen weder zur Rotation noch zur Erzeugung der Aequatorsebene etwas bei; zu dieser letzteren genügt der Halbmesser der Sphäre; auf den Effect endlich, der durch die Rotationsbewegung hervorgebracht wird, haben sie gleichfalls keinen Einfluss, indem sie selbst diesem Effecte — der vergrösserten Geschwindigkeit — unterworfen sind.

Die Rotation einer Sphäre im freien Raume wird durch die Einwirkung einer Kraft — Impulsion, Stoss etc. — auf einen Punct ihrer Oberfläche hervorgebracht. Die Kraft kann auf jeden Punct der Oberfläche gerichtet sein, und da jedem Puncte eine andere Richtung entspricht, so ist es ersichtlich, dass alle auf die Rotation sich beziehenden Umstände oder Verhältnisse von der Richtung und Quantität der bewegenden Kraft sowohl als von der Lage des getroffenen Punctes abhängen. Ist die Kraft senkrecht auf die Oberfläche gerichtet, so geht sie durch den Mittelpunct und zugleich der Länge nach durch eine der Axen oder Durchmesser, erzeugt somit keine Rotation: die Sphäre wird sich in der Richtung dieses Durchmessers bewegen, und in diesem Falle kann man sagen, dass die Translation in einer geraden Linie vorgeht. Jede andere Richtung der Kraft, welche also nicht durch den Mittelpunct — den wir hier zugleich als Schwerpunct annehmen — geht, erzeugt die Rotation, deren Geschwindigkeit oder Umdrehungsdauer um so grösser, als der Punct, auf welchen die Kraft einwirkt, vom Centrum weiter entfernt ist, d. h. wenn wir unter dem Punct zugleich jene Linie verstehen, welche die Sphäre durchschneidet. Der Sinn der Rotation ist demnach nicht durch die Richtung der Kraft allein bestimmt, er hängt vorzugsweise von jener Lage des getroffenen Punctes ab, die sich auf die Axe oder Ebene der Sphäre bezieht, auf welche die Kraft senkrecht gerichtet ist.

Stellen wir uns die centrale Durchschnittsebene der Sphäre und die auf sie senkrecht gerichtete Kraft vor. Trifft sie den Mittelpunct dieser Ebene, so ist sie zugleich auf die Oberfläche der Sphäre senkrecht, der einzige, in Bezug auf die Hemisphäre hier mögliche Fall: je entfernter der getroffene Punct der Ebene vom Centrum ist, desto schneller die Rotation; alle getroffenen Puncte desselben Halbmessers der Ebene geben

Digitized by Google

der Rotation dieselbe, jeder Halbmesser aber eine andere Richtung, obwohl jene der Kraft unverändert dieselbe, d. h. auf die Ebene selbst beständig senkrecht geblieben ist. Hieraus folgt, dass eine Kraft derselben Richtung so viele Richtungen der Rotation hervorbringen kann als die Oberfläche der Hemisphäre Puncte hat, indem sie auf diese Puncte unter verschiedenen Winkeln gerichtet ist. Dass die eine Hälfte dieser verschiedenen Richtungen der anderen Hälfte entgegengesetzt ist, dass z. B. wenn die eine Hälfte direct genannt wird, die andere retrograd ist, folgt aus der Natur dieser Erscheinung.

Der durch die Kraft berührte Punct (point d'application) liegt offenbar in einem grössten Kreise der Sphärenoberfläche und bleibt somit in der Linie des Aequators, oder was dasselbe ist, dieser Berührungspunct bestimmt durch seine drehende Bewegung den Aequator der Sphäre, durch welchen dann die Rotationsaxe selbst gegeben ist. Die unausweichliche Folge dieser Bewegung ist, dass ihre Richtung oder ihr Sinn durch die Ebene des Aequators repräsentirt oder vielmehr bestimmt wird, woraus unmittelbar folgt, dass ein Weltkörper in Rotation mit seinem Aequator der Bewegung voraus ist, und ist er zugleich mit einer Translation versehen — was immer der Fall ist — so geht auch diese im Sinne der Rotation vor. Dass im freien Raume keine Rotation ohne Translation möglich ist, wird wohl jedem Denkenden, jedem aufmerksamen Beobachter der Erscheinungen klar sein. Uebrigens haben wir gesehen, dass selbst die analytischen Untersuchungen zu dem Resultate führen, dass Rotation und Translation gleichzeitig durch dieselbe Impulsivkraft hervorgebracht werden. Wir können demnach definitiv aussprechen, dass Rotation und Translation nothwendigerweise in derselben Richtung vorgehen müssen. Alle auf der Erdoberfläche beobachtbaren Phänomene, welche sich auf diese Doppelbewegung beziehen, führen zur Erkenntniss der Thatsache; die mechanischen Constructionen, Maschinen aller Art, die Experimente der Physik und Mechanik, die verschiedenen Spiele mit Kreisen, Ballen, Kugeln oder Kegeln etc. liefern Beweise hiezu.

Im freien Raume ist die Rotation stets mit der Translation in Verbindung, auf der Erdoberfläche kennen wir jedoch auch eine isolirte Rotation, eine Spindel oder welch immer eine Figur kann so in eine drehende Bewegung versetzt werden, dass sie sich auf ihrer Axe dreht ohne ihre Stelle zu verlassen; in diesem Falle geht die Drehung des Aequators in horizontaler Richtung auf jenem Pole vor, der die Ebene berührt, die Rotationsaxe ist vertical. Es ist selbstverständlich, dass bei dieser Art Rotation die Axe parallel mit sich selbst bleibt, so lange die Geschwindigkeit hinlänglich gross ist; vermindert sich diese bedeutend, so entsteht eine Schwankung der Axe; neigt man während der Rotation die Axe eines solchen Körpers nicht beträchtlich, so richtet sich diese wieder in ihre verticale Lage, ist die Neigung über 45^0 oder näher zu 90^0, so fällt die Axe

Digitized by Google

um und der Körper rollt auf seinem Aequator weiter. Ist somit der Pol nicht anliegend, nicht auf die Ebene gestützt, so entsteht die Translationsbewegung „durch die Rotation.“ Sind beide Pole unterstützt, so geht die Rotation allein auf die wohlbekannte Art vor.

Eine auf der Horizontalebene rollende Kugel gibt uns das einfachste Bild der gleichförmigen Drehung, combinirt mit der Translation. Um eine Kugel in die drehende Bewegung zu versetzten, muss sie eine analoge Impulsion erhalten, denn, wird sie central getroffen, so glitscht sie, sie schleift sich auf der Ebene auf demselben einen Punct ihrer Oberfläche fort, ohne sich zu drehen. Hat sie aber eine drehende Bewegung erhalten, so wickelt sich ihr Aequator auf der Ebene ab und ihre Translationsgeschwindigkeit ist gleich jener der Umdrehung: in diesem Falle beschreibt ein Punct des Aequators — der wie natürlich allein und stets die Ebene berührt — die bekannte Cycloide. Erhält die Kugel ursprünglich auch eine Translationsbewegung, deren Geschwindigkeit jene der Rotation übertrifft, so entsteht entweder ein Schleifen zugleich oder intermittente Sprünge (ricochets).

So lange die Kugel auf ihrem Aequator fortrollt und die Ebene horizontal bleibt, bleibt auch ihre Rotationsaxe gleichfalls horizontal, also parallel zu sich; hat die Ebene Sinuositäten, Krümmungen in derselben Geraden, so folgt diesen die Kugel ohne die Lage ihrer Axe zu ändern, gehet aber die Bewegung nicht in gerader Linie vor sich, so hört der Parallelismus der Axe auf, sie folgt der Richtung des Aequators. Stellen wir uns vor, dass die Ebene nicht da ist, so dreht sich die Kugel im freien Raume und es bleibt eine Translationsbewegung, welche in der Richtung der Rotation vergehet, d. h. die Kugel wird im Raume circuliren. Der spielende Knabe wirft seinen Reif weit von sich und der Reif kehrt zu ihm zurück, er hat den Reif in eine drehende Bewegung — gegen sich selbst — versetzt. Der Ballonschläger trifft dessen Oberfläche senkrecht, der Ballen geht in der Richtung des Schlages, trifft er ihn *unten*, unter dem Centralpunct, so geht der Ballen rückwärts über seinen Kopf; trifft er ihn *oben* über den Mittelpunct, so schlägt er ihn zu Boden. Im ersten Falle ist keine Rotation da, in den beiden anderen Fällen entsteht die Rotation, welche die Richtung der Translation bestimmt: in allen diesen Fällen ist der Aequator des Ballens stets der Bewegung voraus. Die guten Billardspieler kennen alle die Nuancen dieser Doppelbewegung und die Kugel nimmt sowohl an Rotation als an Translation jene Richtung an, welche die Spieler beabsichtigen oder wollen, dass aber die letztere Bewegung der ersteren folgt und beide in einer und derselben Richtung vorgehen, das ist eine unabänderliche Thatsache.

[3.] Unter den vielen widernatürlichen Dingen, welche die astronomische Theorie sich gesammelt hat, verdient wohl den ersten Platz die „Neigung des Aequators zur Bahnebene,“ wodurch Rotation und Trans-

Digitized by Google

lation nach zwei verschiedenen Richtungen vorgehen und man kann mit Recht sagen, dass dies die grösste Absurdität ist, welche der menschliche Geist erfinden konnte. Wir haben hinlänglich gesehen, dass die Theorie heute noch weder von der Bahn eines Weltkörpers, noch von der Linie oder Curve, welche er im Raume beschreibt, eine Idee hat und sie sich die geschlossenen Ellipsen und deren Ebenen einbildete, um eine Circulation *um* das Centrum zu haben; da jedoch die wahrnehmbaren Phänomene sich durch diese Einbildung nicht erklären lassen, musste die Theorie noch überdies andere Dinge sich einbilden, denn beobachten lässt sich weder die Ebene noch die Neigung des Aequators.

Merkwürdig genug ist es, dass die grossen Geometer, der grösste unter ihnen Laplace, die alle — freilich grösstentheils transcendentale — Fragen der Analyse unterworfen haben, diese „Neigung des Aequators" ohne einen scharfen Beweis liessen. Die Analyse hätte ihnen gesagt, dass auf diese Art von einer Stabilität oder einem Gleichgewicht auf Erden keine Rede sein kann, die Abplattung der Erde sich nicht erzeugt hätte und endlich dieselbe längst schon in Stücken auseinander geflogen wäre.

Zu welchem Zwecke hat die Analyse den Beweis geliefert, dass eine und dieselbe Impulsion die beiden Bewegungen zugleich erzeugt, dass eine Kraft oder ein Stoss nur eine Richtung haben kann und somit die Impulsion nach einer, nicht aber nach zwei verschiedenen Richtungen wirkt? zu welchem Zwecke hat die Mechanik die Gesetze der Bewegung und Wirkung der Kräfte, ihr Parallelogramm und ihre Resultante aufgestellt, wenn die astronomische Theorie alle diese Dinge ignorirt und für den Himmel andere unveränderliche Gesetze aufstellt?

Die beiden Bewegungen sind von einander unabhängig sagt die Theorie, welchen Beweis kann sie hiezu geben, wenn die Analyse ausdrücklich sagt, dass sie durch dieselbe Impulsion zugleich erzeugt werden?

Aus den Untersuchungen von Laplace, wie wir diese schon citirt haben, geht hervor: 1. ist die Impulsion auf den Schwerpunct der Sphäre gerichtet, so ist keine Rotation da, der Körper — Schwerpunct — folgt der Richtung der Kraft; 2. geht die Impulsion nicht durch den Schwerpunct, so entsteht nebst der Translation auch eine Rotation; in diesem Falle nimmt der Schwerpunct dieselbe Bewegung an, als würde die Impulsion unmittelbar auf ihn angebracht worden sein und der Körper nimmt *um* diesen Mittelpunct dieselbe Rotationsbewegung an, als wäre dieses Centrum unbeweglich.

Aus diesen Sätzen, welche — wie wir bemerkt haben — die Frage der Doppelbewegung und ihrer Erzeugung nicht vollständig lösen, konnte die Theorie unmöglich auf die erhaltenen Richtungen beider Bewegungen schliessen; sie muss somit der Meinung sein, dass zwei oder mehrere aufeinander folgende Impulsionen oder auch gleichzeitig wirkende Kräfte die Richtung der Rotation von jener der Translation trennen und jeder Bewegung eine eigene anweisen. Es scheint uns, dass die Theorie nicht nach-

gedacht hat, was aus dem Körper wird, wenn er durch zwei Kräfte in zwei verschiedene Richtungen geschleudert wird.

Wie gleichzeitig wirkende Kräfte, je nach ihrer Richtung und Stärke sich verhalten, wie sie, welche immer ihre Anzahl sei – nur eine Richtung, die Resultante hervorbringen, das lehrt die Mechanik. Ob nun die Stösse, die Impulsionen, die Einwirkung der Kräfte gleichzeitig oder auf einander folgend statt haben ist wohl gleich, die Endresultante kann nur eine Richtung haben.

Stellen wir uns eine Sphäre in Translation vor, sie bewegt sich ohne Rotation in der Richtung der erhaltenen Impulsion; lassen wir eine neue Kraft auf sie einwirken. Ist die Richtung dieser Kraft gleich jener der Translation, und trifft sie nicht den Schwerpunct so entsteht eine Rotation, welche wie natürlich in demselben Sinne vorgehen muss. In diesem Falle ist die frühere Geschwindigkeit der Translation vergrössert, nicht aber mit der Gesammtwirkung der neuen Kraft, sondern mit einem Theile derselben; jener Theil der Kraft nämlich, welche die Rotation hervorbrachte, kann nicht zugleich auf den Schwerpunct einwirken, und nur der Ueberschuss derselben vergrössert die Translationsgeschwindigkeit. Dies liegt wohl in der Natur der Sache; die Kraft wirkt nicht auf zwei Puncte zugleich und ihre Wirkung auf den einen Punct kann nicht denselben Effect auf einen andern Punct zugleich hervorbringen. Wir bemerken noch, dass welch immer der Punct der getroffenen Axe ist, der Körper nicht mehr dieselbe Linie beschreiben kann, welche er früher beschrieb, sondern nothwendigerweise in eine veränderte übergeht; es ist verständlich, dass die Translationsbewegung durch die Rotation modificirt, und dass, wenn sie früher in der Geraden vorging, durch die Rotation in eine krumme geführt wird. Der Zusammenhang beider Bewegungen ist evident, jede sucht die andere in ihre erhaltene Richtung mitzureissen, bis sie sich in eine und dieselbe vereinigen.

Ist nun die Richtung einer zweiten, dritten etc. Impulsion welche immer, so ist die frühere dadurch modificirt, und die Resultante entscheidet die neu angenommene. Es ist demnach begreiflich, dass die beiden Bewegungen nicht trennbar sind, und nicht in zwei Richtungen vorgehen können.

Spricht man von einer Impulsion, welche die beiden Bewegungen zugleich hervorbringt, so kann man nicht sagen, dass „der Schwerpunct dieselbe Bewegung annimmt, als wäre die Impulsion unmittelbar auf ihn angebracht worden," denn gehet die Impulsion unmittelbar auf den Schwerpunct vor, so entsteht keine Rotation; entsteht aber eine Rotation, so ist die Impulsion nicht auf den Schwerpunct gerichtet. Trifft die Kraft den Schwerpunct, so ist die Geschwindigkeit der alleinigen Translation in ihrem Maximum, sie ist im Verhältniss der Kraft selbst; in diesem Falle aber — wie wir es wissen — haben alle Puncte des Körpers dieselbe Ge-

Digitized by Google

schwindigkeit; je entfernter vom Schwer- oder Mittelpunct die Kraft auf die Axe wirkt, desto grösser die Geschwindigkeit der Rotation, folglich desto kleiner jene der Translation; die Kraft hat ihren verhältnissmässigen Theil zur Hervorbringung der verschiedenen Geschwindigkeiten der Körperpuncte verwendet, welcher Theil zur Erzeugung der Translation nichts beigetragen hat. Die Richtung der Bewegung des Schwerpunctes ist in allen Fällen die Richtung der Translation, also gleich jener der Rotation. Dass endlich die Rotation stets auf einer Axe vorgehet, welche durch den Schwer- oder Mittelpunct der Sphäre geht, ist selbstverständlich.

Sind Masse und Volum einer Sphäre, die Grösse der Impulsivkraft und ihre Richtung auf einer Axe der Sphäre bekannt, so kann man das Verhältniss der Geschwindigkeit zwischen Rotation und Translation finden; umgekehrt, sind die beiden Geschwindigkeiten gegeben, Masse und Volum bekannt, so ist die Richtung der ursprünglichen Impulsion gleichfalls zu finden.

Wendet man diese Grundsätze auf die Bewegung der Himmelskörper an, so verfällt man unausweichlich in Hypothesen, da man von allen Verhältnissen, welche hier in Betracht kommen, nur Vorstellungen, nur Suppositionen, nicht aber positive Kenntnisse hat, von der Natur und Grösse der ursprünglichen impulsiven Kraft aber durchaus nichts wissen kann. So hat z. B. Laplace, vor ihm D'Alembert und Bernoulli, bei seiner Analyse der Erdrotation jene Translationsgeschwindigkeit angenommen, welche sich aus der theoretischen Erdbahn ergibt: das Verhältniss der beiden Geschwindigkeiten ist nach Copernik's System beiläufig wie 1 zu 76, wenn die Rotationsgeschwindigkeit sich auf einen Punct des Aequators bezieht; ist aber die Erdbahn nicht die von der Theorie bestimmte, so ist das Resultat von Laplace unrichtig.

Aus diesen analytischen Untersuchungen — bei welchen die Attraction keine Rolle hat — geht der indirecte Beweis hervor, dass die beiden Bewegungen der Planeten — oder überhaupt Weltkörper — durch eine ursprüngliche Impulsion erzeugt wurden, dass somit die Sonnenanziehung weder die Rotation noch die Translation eines zu ihrem System gehörigen Körpers hervorgebracht hat. Wenn demnach die Theorie im Allgemeinen aufstellt, dass „die Attraction Bewegung hervorbringt," wenn die Astronomen sagen, dass die Sonnenanziehung über Uran und Neptun hinaus noch Bewegung hervorbringt, so sollten die Theorie und die Astronomen auch sagen, welcher Art diese von der Sonnenattraction hervorgebrachte Bewegung ist? Es scheint uns deutlich zu sein, dass sie unter dieser Bewegung weder jene verstehen, nach welcher ein Planet jede Secunde gegen den Mittelpunct der Sonne fällt, noch die Ungleichheiten, Anomalien und Störungen, welche die Perturbationstheorie verursacht; wir finden aber nicht, dass der eine oder der andere Autor deutlich ausgesprochen und zugleich angezeigt hätte, worin die Bewegung besteht, welche die Sonnen-

Digitized by Google

anziehung hervorbringt? Dass sie die Planeten zwingt, um den Sonnenmittelpunct zu circuliren, das ist noch kein Beweis, dass die Planeten ursprünglich fix gewesen sind.

In Folge unserer Studien über die Erdbewegung haben wir uns; durch die sich bewegende Sonne geleitet, dem eigentlichen Sinn der allgemeinen Gravitation dadurch genähert, dass wir die Solidarität aller himmlischen Bewegungen erkannt haben; wir haben gesehen, dass der Begriff eines Systems, das Zusammengehören einer gewissen Anzahl Himmelskörper ist, die harmonisch gruppirt sich zugleich in derselben Richtung im Raume bewegen. Dieses Beisammenbleiben des Systems, das Folgen der Glieder desselben einem Chef, ihrem Führer, ist wohl das Werk der Anziehung, und wir haben gefunden, dass die Sonne in der That eine Bewegung — nicht eigentlich erzeugt — sondern allen Gliedern ihres Systems mittheilt, d. h. alle ihr System bildenden Körper folgen ihr, ihre eigene Doppelbewegung beibehaltend, mit derselben Geschwindigkeit, welche keine andere sein kann, als jene der Sonne selbst. Dass bei dieser Führung weder Massen oder Grössen, noch Entfernungen in Betracht kommen, hat sich deutlich herausgestellt.

Aus dem Zusammenhange der Systeme und Gruppen, deren Anzahl unendlich ist, aus der Solidarität aller Bewegungen lässt sich das Bestehen jenes Weltalls ahnen, welches für den Menschen immer nur ein schwacher Begriff bleibt; wenn aber der Mensch nicht dahin gelangen kann, das Sonnensystem zu welchem seine Wohnstätte gehört, durch Beobachtungen und ernste Studien desselben näher und besser zu kennen, als er es bis heute kennt, so ist alles das, was ihm seine Imagination über die fernen Welten vormalt, eine — Tändelei.

[4.] Die Frage, hat der Mond eine Rotation oder nicht? hat zwar die Theorie peremtorisch entschieden, ihre Argumente sind jedoch von der Art, dass wir die Frage als eine noch schwebende betrachten können.

Bemerken wir vorerst, dass diese Frage nicht allein den Erdmond und die übrigen Monde, sondern alle jene Weltkörper betrifft, deren Rotation nicht constatirt ist; sie ist aber auch eine allgemeine Frage, wenn es sich handelt zu betrachten, wie eine Sphäre überhaupt circulirt? Sie erwartet demnach ihre Auflösung von ferneren Studien.

Das Phänomen aber „der einmaligen Umdrehung einer Sphäre“ während ihrer Revolutionsdauer, ist allen Weltkörpern eigen ob sie eine Rotation haben oder nicht. Sagt man einfach, dass die Satelliten und kleinen Planeten — zwischen Mars und Jupiter — nicht gross genug sind um eine Rotation zu haben, oder dass die ursprüngliche Impulsion auf dieselben central gerichtet war etc., so genügt dies dem Gedanken nicht, denn man könnte eben so gut sagen, dass z. B. die Satelliten keine Rotation haben können, indem sie zweien Anziehungen — jener ihres Planeten und der Sonne — ausgesetzt sind.

Digitized by Google

Wir wissen, dass man auf die Rotation des Mondes aus dem Umstande geschlossen hat, weil er immer dieselbe Seite der Erde zukehrt, und dass hieraus gefolgert wurde, wie der Mond genau während einer Revolutionsdauer sich einmal *um* seinen Mittelpunct oder „über sich selbst" drehet.

Wir suchen den wesentlichen Unterschied zu erkennen, welcher zwischen einer einzigen und mehreren Umdrehungen während einer Revolution sich zeigt. Wir wissen dass z. B. die Erde während ihrer Revolutivperiode so viele Axendrehungen vollbringt, als sie Tage im Jahre zählt, und dies ist der Fall mit allen Planeten, denn ihr Tag ist gleichfalls ihre Rotationsdauer; Jupiter vollendet während seines Jahres mehr als 10000, Saturn mehr als 24000 Rotationen, und alle diese Planeten drehen sich überdies noch während ihrer Umlaufszeit einmal um.

Wir sagen nicht — wie dies die Bücher sagen — dass die Rotation unabhängig von der Translation ist, wir sagen im Gegentheil, dass diese beiden Bewegungen von einander unzertrennlich sind, indem sie gleichzeitig vorgehen und durch dieselbe Impulsion erzeugt wurden; wir erkennen dafür, dass die beiden Bewegungen sich besonders beurkunden, dass sie nach ihrer Eigenthümlichkeit auf der Himmelssphäre unterscheidbare Phänomene hervorbringen, da sie vereinzelt — jede für sich — beobachtbar sind etc., was möglich macht ihre ihnen zugewiesenen Perioden herausfinden zu können; übrigens führt der Beweis, dass die Rotationsdauer des Mondes gleich seiner Revolutionsdauer ist, direct zu dem Beweise, dass die Rotation von der Translation nicht unabhängig ist.

Wir haben citirt wie Laplace sagt, dass die Alten, weit entfernt darüber zu erstaunen, dass der Mond stets dieselbe Seite uns zukehrt, das Phänomen natürlich fanden und durch jeden Körper erzeugt, der um ein Centrum circulirt; dass dies ein Irrthum oder vielmehr eine Illusion der Alten ist, denn das Phänomen wurde seit Copernik sehr schwer erklärlich und man musste eine strenge Gleichheit der beiden Bewegungen des Mondes, der Dauer seiner Rotation und seiner Revolution um die Erde annehmen, Gleichheit deren Ursache dazumal zu entdecken unmöglich war.

Laplace hat die Rotation des Mondes als ausgemacht angenommen, die Ursache aber der *Gleichheit* nicht bewiesen. Die „mathematische Genauigkeit" mit welcher Rotation und Translation des Mondes gleichzeitig vorgeht, hätte die Theorie zur Erkenntniss führen können, dass die *wahre* Umlaufszeit des Mondes *um die Erde* nicht die siderische ist; und hätte Laplace analytisch untersucht, auf welchen Punct des Mondeshalbmessers die ursprüngliche Impulsion gerichtet war, um diese mathematische Genauigkeit zwischen Rotation und Translation, also nur eine Axendrehung während einer Revolution hervorzubringen, so hätte er vielleicht selbst daran gezweifelt, dass der Mond eine Rotation hat und eben so

wie die Alten es natürlich gefunden, dass eine Sphäre während ihrer Circulation sich auch drehet.

Indem — seit den Alten — die Natur ihre Gewohnheiten nicht verändert, nicht abgelegt hat, so producirt sich das vom Monde gezeigte Phänomen auch heute noch durch jeden Körper, der einen Kreis oder welch immer geschlossene Figur beschreibt, sei es freiwillig oder gezwungen und wir sagen, dass das sich einmal auf seiner Axe („um sein Centrum") umdrehen, während der Körper den Kreis durchläuft, eine unabänderliche Naturnothwendigkeit ist, welche keine Macht zu hindern vermag. Wir nennen das Phänomen eine Nothwendigkeit so wie es nothwendig ist, dass der Körper einen Raum einnimmt, dass er — um seinen Ort zu verändern — sich bewegen muss etc.; die Thatsache aber ist zu einfach um einem grossen Gelehrten nicht zu entschlüpfen, der sich in die gräulichen Tiefen der Investigationen stürzt. Es ist ja Laplace der sagt: „die einfachsten Ideen sind fast immer jene, die sich als die letzten dem menschlichen Geiste vorstellen;" diese Bemerkung des grossen Analytikers wenden wir auf die Thatsachen, auf die Naturerscheinungen an; sind diese einfach, so versteht man sie nicht, man ist auch alsogleich bereit sie bei Seite zu schieben und ohne weiteres Bedenken verwirft man die ihrer Einfachheit angemessenen Ideen, um sich an complicirtere zu wenden, die man noch weniger versteht, welche aber der Mühe werth gehalten werden, dass man sich mit ihnen befasst; und in der That explicirt und beweist man selbe, ohne sich im geringsten zu — geniren.

Vor Allem fragen wir, was heisst einen Kreis beschreiben? Es heisst, sich während der Circulation nach allen Richtungen wenden, welche sich im Kreise vorfinden; sich von dem einen Objecte abwenden, um sich einem andern zuzuwenden. Bewegt man sich aber nach allen Richtungen einer Ebene, so hat man sich einmal auf seiner Axe umgedreht.

Bei dieser Bewegung kommen zwei Fälle vor. Entweder zeigt der circulirende Körper dieselbe seine Seite dem Centrum, oder einem Objecte das sich ausser dem Kreise befindet. Im ersten Falle zeigt er successive alle seine Seiten oder Theile dem äusseren Objecte, im zweiten dem Centrum.

Den ersten Fall möchten wir den normalen — den gewöhnlichen — den zweiten einen erzwungenen, anormalen nennen.

Das einfachste Beispiel wird sein, sich vorzustellen, dass eine Person um die andere als Centrum im Kreise herumgeht. Wie ein jedes Thier, geht auch der Mensch in der Regel, also normal, mit seinem Vordertheil, mit seinem Gesicht voraus, d. h. nach jener Richtung gewendet, welche er einschlägt; hieraus folgt dass in der Bahnlinie stets derselbe Punct seines Körpers voraus ist, er dem Mittelpunct stets dieselbe seine Seite, den äusseren Objecten aber, indem er sich graduell von ihnen abwendet, immer einen andern Theil seiner Peripherie (Körperumfang) zeigt. Um stets die-

Digitized by Google

selbe Seite des circulirenden Körpers zu sehen, muss man sich somit im Centrum befinden und muss überdies demselben mit dem Auge folgend, selbst eine Umdrehung machen, eben so, wie er sich auf seiner Axe gedreht hat. Wollen wir z. B. die Sonne von ihrem Aufgang bis zu ihrem Untergang im Auge behalten, so müssen wir uns stets wenden und eine halbe Umdrehung machen. Ist der Beobachter nicht im Mittelpunct des Kreises, so wird er auch nicht immer dieselbe Seite des circulirenden Körpers sehen, sondern auch von seinen übrigen Theilen, je nach seiner Excentricität mehr oder weniger erblicken. Des Mondes Libration, so wie die veränderlichen Aspecte der Sonnensphäre während des Jahres deuten auf die excentrische Lage der Erde in Bezug auf die beschriebenen Curven, oder mit andern Worten, diese Phänomene genau betrachtet und studiert, liefern den Beweis, dass weder der Mond um den Erdmittelpunct, noch die Erde um den Sonnenmittelpunct circulirt.

Der sich ausser dem Kreise befindet, sieht den circulirenden Körper wie natürlich, successive in allen seinen Lagen, und kann somit auf seine einmalige Umdrehung auf seiner Axe schliessen, ohne den Ausspruch zu wagen, „der Körper ist mit einer Rotation versehen.“

Wie soll man nun den Kreis beschreiben, um dem Centrum eben so graduell alle seine Seiten zu zeigen? Man muss dasselbe äussere Object stets im Auge behalten, immer gegen dieses gerichtet bleiben; die Folge hievon ist, dass man sich vom Centrum successive abgewendet und somit während der Circulation eine Axendrehung gemacht hat. Diese Art Bewegung wird die *Reculade*, das Rücklingsgehen genannt; mit jedem gemachten Schritt muss man sich dem gewählten äusseren Object zuwenden. Als man den Erdäquator gegen die Bahnebene geneigt hat, musste man diesen Planeten das Rücklingsgehen lehren, ein Gang, den kein Astronom noch an einem Himmelskörper beobachtet hat. Die Theorie hat geglaubt, dass, wenn der Aequator geneigt ist, sich dann die Erde in der Ecliptik bewegt, und dass, wenn sie rücklings geht, ihre Rotationsaxe parallel „zu sich selbst bleibt.“ Wir haben gesehen, welche Folgen die Reculade nach sich zieht; anstatt sich von den Sternen abzuwenden; wendet sich die Erde von der Sonne ab, und die Sternzeit verwandelt sich in die mittlere.

Die Theorie behauptet, dass diese Bewegung nach den Gesetzen der Mechanik vorgeht, und dass keine neue Kraft nöthig ist, um sich während der Circulation in derselben Lage zu erhalten; wir sehen aber in unserem Beispiel, dass der circulirende Mensch um stets sich nach demselben äusseren Object zu richten, ohne Kraftaufwand nicht zum Ziele kommt; wir werden es aber alsogleich noch deutlicher sehen, dass in der That eine Kraft nöthig ist, um die Erde jeden Moment zurecht zu setzen; wenn demnach diese Art Bewegung nicht unnatürlich ist – sie kann ja auf

Digitized by Google

Erden erzeugt werden — so meinen wir dennoch, dass sie in Bezug auf die Himmelskörper eine abnorme genannt werden kann.

Etwas noch drolliger aber ist, dass die Erde nach der Theorie nur in der Hälfte ihrer Bahn rücklings geht, was nun so viel bedeutet, dass die Erde während eines halben Jahres sich von der Sonne, während des andern halben Jahres aber von den Sternen abwendet. Hiedurch hätten wir jedes halbe Jahr abwechselnde Phänomene; während 6 Monate würde sich der Sternhimmel gar nicht rühren, keine neuen Constellationen würden sich am Horizont zeigen, und die Sterne würden regelmässig während der einen Hälfte des Jahres alle 24 Stunden, während der andern Hälfte in $23^h\,56'\,4''9$ in den Meridian kommen; die Phänomene der Sonnenbewegung würden eben so halbjährig abwechseln, die Sonne würde sich ein halbes Jahr hindurch in der Ecliptik gar nicht bewegen etc. Diese Dinge gehören zu den unausweichlichen Folgen der Gedankenelimination.

[5.] Betrachten wir noch ein paar mechanische Fälle.

Mit dem Cirkel wird ein Kreis beschrieben: das in dem einen Cirkelarm befestigte Blei zeigt dem Centrum stets dieselbe seine Seite, eine immer andere den äusseren Objecten; während der Kreis sich beschreibt, hat sich das Blei einmal umgedreht, ohne dass man seine Rotationsaxe deutlich angeben könnte. Mit einem Kreidestück in der Faust beschreiben wir einen Kreis; Kreide und Faust zeigen den äusseren Objecten stets dieselbe ihre Seite, dem Centrum successive alle ihre Seiten; Faust und Kreide haben eine Umdrehung gemacht; wo ist der Aequator, wo die Rotationsaxe der Kreide oder der Faust? Das Blei hat sich normal, die Kreide anormal bewegt. Das Blei hat die Mondesbewegung nachgeahmt, die Kreide war genöthigt, gleich der Erde rücklings zu gehen; die Kraft welche sie in derselben Richtung erhält war die Faust, welche keine Umdrehungsaxe hat, und dennoch sich umdreht.

Die Alten haben gesagt, befestigt man eine Kugel an eine eiserne Stange, welche als Halbmesser die Kugel im Kreise herumführt, so zeigt diese alle Phänomene, welche an dem Monde in Bezug auf seine Circulation um die Erde wahrgenommen werden: und von einer so befestigten Kugel wird wohl Niemand sagen, dass sie eine Rotation hat. Stellen wir uns eine auf diese Art kreisende Kugel vor; der eine Endpunct der Eisenstange ist im Centrum, folglich circulirt die Kugel um den Mittelpunct ihres Kreises.

Jeder Punct der Kugeloberfläche beschreibt seinen ihm zugehörigen Kreis, die Summe aller dieser Kreise ist ein hohler Cylinder, ein in die Kreisfigur gebogenes Rohr. Diesen Cylinder können wir jedoch nicht als Bahnlinie acceptiren und setzen an seine Stelle eine geometrische Linie ohne Dimensionen, welche somit durch den Mittelpunct der Kugel geht.

Digitized by Google

Es ergeben sich unter vielen Umständen folgende Haupterscheinungen:

a) Der Mittelpunct der Kugel und jener Punct seines grössten Kreises, den die Bahnlinie durchschneidet, sind stets in Berührung mit dieser, und der letztere Punct — nothwendigerweise im Aequator der Kugel — ist der Bewegung beständig voraus.

b) Die Kugel kann dem Centrum nur eine und dieselbe Hemisphäre zuwenden; wird sie somit central betrachtet, so bleibt ihre andere Hemisphäre dem Beobachter ewig unbekannt.

c) Allen Objecten oder Beobachtern, die sich ausser der Kreisperipherie befinden, zeigt die Kugel — wie sie in der Bahn vorschreitet — stufenweise alle Theile ihrer Oberfläche.

d) Die Kugel wendet sich von den äusseren Objecten graduell ab, und zwar genau um so viele Grade, Minuten oder Secunden, als sie durch ihre Translation Grade, Minuten oder Secunden in der Bahn vorgeschritten ist. Diese ist jene mathematische Genauigkeit, welche die Alten nicht in Erstaunen setzte. Ist die Kugel 90^0 durchgelaufen, so hat sie eine Viertel-Umdrehung gemacht, sie ist in der Quadratur; ist sie bei 180^0 angelangt, so hat sie sich ein halbmal, im dritten Quadranten drei viertelmal umgewendet, und hat sie endlich den Kreis voll beschrieben, so hat sie sich einmal umgedreht. Die Winkelgeschwindigkeit der Kreisung und der Drehung ist dieselbe.

e) Sagen wir, dass die Kugel sich auf ihrer Axe gedreht hat, so ist diese Axe senkrecht auf der Kreisebene, somit fällt die Ebene ihres Aequators mit der Bahnebene zusammen. Die Axendrehung schliesst somit die Neigung des Aequators aus, und der Parallelismus der Axe ist constant: er ist eben durch die Nichtneigung des Aequators bedingt.

f) Ob nun der Halbmesser des Kreises ein Meter oder ein Milliard Meilen lang ist, ob die Kugel den Kreis in einer Secunde oder in zehn Jahrhunderten durchwandert, ob sie mit einer gleichförmigen, intermittenten, variablen oder accelerirten Geschwindigkeit sich bewegt etc. ist ganz indifferent, die graduelle Abwendung oder Drehung der Kugel bleibt im Verhältniss der Translationsbewegung und die „mathematische Genauigkeit" ist unzerstörbar. Die Dauer der Rotation nämlich ist unausweichlich gleich der Dauer der Revolution, und schwerlich wird die Theorie sagen, dass in diesem Beispiele — der festgemachten Kugel — die Rotation von der Translation unabhängig ist. Kreisung und Umdrehung gehen zugleich und gleichartig vor; die um den Mittelpunct kreisende Kugel hat sich auf ihrer Axe einmal umgedreht.

Wie müsste diese feste Kugel kreisen, um mit derselben mathematischen Genauigkeit dem Centrum nach und nach alle ihre Seiten zu zeigen?

Digitized by Google

Die sie führende Eisenstange müsste, parallel zu sich selbst bleibend, einen genau so grossen Kreis beschreiben als die Kugel, der Mittelpunct dieses Kreises liegt in der Peripherie des andern. Der Radius selbst müsste demnach durch eine eigene Kraft herumgeführt werden, er müsste beständig in derselben Richtung verbleiben. Können wir eine andere Naturkraft als die Faust des Menschen oder eine durch ihn construirte Maschine uns vorstellen, welche diese Art Bewegung hervorbringen soll?

Wir sehen, dass die Drehung eines Körpers während seiner Kreisung nicht Rotation genannt werden kann, denn sie ist eine unausweichliche Folge der Revolutivbewegung, sie ist insbesondere nicht durch die Impulsion erzeugt: die mathematische Strenge (Rigueur), die genaue Gleichheit der Dauer beider Bewegungen ist somit eine Naturnothwendigkeit; sie ist ganz allgemein und der unbefangene Leser wird nicht darüber erstaunen, wenn wir sagen, dass ein jedes Molecul der Erde alle Objecte auf ihrer Oberfläche, folglich jeder Mensch, sei er in aufrechter, sitzender, liegender oder in welch immer Richtung horizontaler Lage, sich während 24 Stunden nothwendigerweise einmal auf seiner Axe dreht. Ist diese Axe eine seiner drei Cardinalaxen? Jeder Körper hat eine Unzahl von Axen und der Mensch, der sich nach allen Richtungen drehen und wenden kann, bestimmt seine Drehungsaxe selbst; in unserem Beispiel ist diese Axe mit der Erdaxe stets parallel.

|6.| Die Alten haben einfach und deutlich ausgesprochen, dass der Mond keine Rotation hat, sondern sich während seiner Kreisbewegung einmal umdrehen muss; die Neuen wollen durchaus, dass diese Umdrehung eine Rotation sei; ist nun zwischen der Dauer beider Mondesbewegungen die mathematische Strenge constatirt, worin besteht, fragen wir, die Illusion der Alten?

Dass der Mond um den Mittelpunct der Erde in einer geschlossenen Curve kreiset, ist eine Illusion sowohl der Neuen als der Alten; diese Illusion hindert aber nicht, dass die Phänomene sich so zeigen, als würde sich der Mond nach der Theorie bewegen. Ist eine Rotation da, so muss sich diese den dem Kreise äusseren Objecten eben so darstellen, wie sie sich dem Centrum zeigt, denn der Rotationspunct — auf der Oberfläche der Sphäre — wendet sich von allen äusseren sowohl, als auch von den inneren Puncten des Kreises gleichförmig ab. Wenn demnach der Mond während seiner Umdrehung der Sonne andere Phänomene zeigt als der Erde, so kann man dies keine Rotation nennen. Stellen wir uns vor, dass die Sonne uns beständig dieselbe ihre Hemisphäre zuwendet, sollen wir hieraus nach dem System von Copernik schliessen, dass die Sonne während des Jahres sich einmal auf ihrer Axe dreht? Wenn im Gegentheil die Sonne nach und nach alle ihre Theile zeigt, sollen wir schliessen, dass sie keine Rotation hat, sondern dass die Erde um den Mittelpunct der Sonne kreiset?

Wir können somit im Allgemeinen sagen, dass jeder Himmelskörper, der sich in einer Revolutivcurve bewegt, d. h. welche Curve immer er im Raume beschreibt, während seiner Periode sich nothwendigerweise einmal auch umdrehen muss; um diese einmalige Umdrehung nicht zu machen, müsste sich der Körper in der geraden Linie bewegen: da aber im Weltraume das Beschreiben der Geraden eine Unmöglichkeit ist, gelangen wir zu dem Resultate, dass jeder Weltkörper unausweichlich mit einer Rotation versehen sein müsse. Zu diesem Schlusse führt die Theorie selbst.

Der wesentliche Character der Rotation ist die gleichförmige Bewegung. In den Büchern findet man in der That nicht, dass sie mit einer variablen Geschwindigkeit vorgeht. Sind sich Rotations- und Revolutionsdauer gleich und bewegt sich der Mond mit variablen Geschwindigkeiten, ist seine Bewegung Ungleichheiten, Anomalien, Störungen etc. ausgesetzt, so muss seine Rotation alle diese Variationen, Ungleichheiten, Anomalien und Perturbationen mitmachen, woraus dann folgt, dass die Rotation weder gleichförmig noch von der Translation unabhängig ist; soll aber die Mondesrotation — wie überhaupt jede Rotation — mit einer gleichförmigen Bewegung vorgehen, so ist der Mond gar nicht perturbirt, er hat gar keine Ungleichheiten.

Ist die Rotationsdauer an jene der Revolution gebunden, so hat der Mond so viele Rotationsdauern als Revolutionen; wir haben einstweilen fünf Gattungen derselben kennen gelernt, hoffentlich wird die Theorie noch ein paar Dutzend hiezu erfinden.

Will nun die Analyse bestimmen, auf welchen Punct der Mondesaxe die ursprüngliche Impulsion gerichtet war, um die Rotations- und Revolutionsdauer gleich zu machen, so muss sie zuerst die Revolutivperiode des Mondes bestimmen und dann erst durch den Stoss die nöthige Curve erzeugen, denn die Winkelgeschwindigkeit beider Bewegungen muss dieselbe bleiben. Wir wissen, dass die Rotationsgeschwindigkeit der Erde — eines Punctes ihres Aequators — sich zu ihrer Translationsgeschwindigkeit wie 1 zu 76 verhält; nach der Theorie ist die Translationsgeschwindigkeit des Mondes — natürlich nach der siderischen, einzig wahren Umlaufszeit — 1016 Metres in der Secunde. Es ist aber ganz gleich, welche immer die Umlaufszeit des Mondes ist, denn beschreibt die Rotation in derselben Zeit ihre 360° als die Translation und verhalten sich die Kreisumfänge wie die Halbmesser, so verhalten sich die Raumgeschwindigkeiten gleichfalls wie die Halbmesser; ist somit der theoretische Halbmesser der Mondesbahn — wie dies die Bücher angeben — 60·67 Erdhalbmesser, so ist das Verhältniss zwischen Rotations- und Translationsgeschwindigkeit des Mondes wie 1 zu 222·3, woraus eine theoretische Rotationsgeschwindigkeit von 4·5 Metres in der Secunde hervorgeht, welche 100mal kleiner als jene der Erde ist.

Aus diesen Bemerkungen resultirt, dass ein kreisender Körper, sei es, dass er geradaus oder rücklings geht, unausweichlich sich auch drehen müsse und die Modernen in der Illusion sind, wenn sie sagen, wie man dies in den Büchern findet, dass „eine durch die Sphäre gehende Linie ihre Richtung ändern muss, wenn eine Rotation da ist, ändert sich ihre Richtung nicht, so gibt es auch keine Rotation."

[7.] Der interessanteste und zugleich wichtigste Theil der Himmelsmechanik ist die Art und Weise wie die Weltkörper ihre Revolutivcurven beschreiben, oder nach der gewohnten Ansicht, wie sie sich in ihren — schon fertigen — Bahnen bewegen. Ueber diesen Gegenstand gibt die Theorie keinen Aufschluss, dafür aber verbreitet sie theils vage Notionen theils falsche Begriffe.

Aus unserem Studium geht hervor, dass — abstrahirt von der Rotation — stets derselbe Punct der Sphäre in der Bahnlinie voraus ist; da dieser Punct mit dem Centrum der Sphäre, der gleichfalls in der Linie ist, in derselben Ebene liegt, so folgt, dass der grosse Kreis, in welchem sich der Punct befindet, der Aequator der Sphäre ist, dessen Ebene mit der momentanen Bahnebene zusammenfällt; indem dieser Punct die Curve beschreibt, wendet er sich graduell von allen äusseren Objecten ab, ohne sich vom scheinbaren Mittelpunct der Curve abzuwenden; ein Weltkörper zeigt somit stets dieselbe Seite demjenigen, um welchen er circulirt, oder correct gesagt, auf welchen seine Revolution sich bezieht. Die stufenweise Abwendung, welche wir nun Umdrehung nennen können, ist durch den in einer gegebenen Zeit beschriebenen Translationsbogen gegeben; die Grösse des Bogens hängt von der Winkelgeschwindigkeit des Körpers ab und ist unter dem Namen der „täglichen Bewegung" bekannt, wir sehen, dass dieser Tagbogen zugleich der Bogen ist, mit welchem sich die Sphäre von den Sternen in 24 Stunden abwendet, es ist somit deutlich, dass der Translationsbogen gleich dem Drehungsbogen ist.

Die Summe aller während der Revolutivperiode beschriebenen Bogen ist die Revolutionscurve selbst, man nimmt sie für den Umfang eines Kreises. Welche immer die Bahngrösse ist, so sind die Tagbogen der Umlaufszeit umgekehrt proportional, um aber die Raumgeschwindigkeit des Körpers zu finden, muss man die Grösse seiner Bahn kennen.

Die Solidarität zwischen der einmaligen Umdrehung und dem Beschreiben der Revolutivcurve erlaubt uns auszusprechen, dass die einmalige Umdrehung der Sphäre während ihrer Revolution in der That unabhängig von der Rotation ist, indem dieses Phänomen sich stets producirt, ob eine Rotation vorhanden ist oder nicht. Der durchlaufene Raum, die von einem zum Sonnensystem gehörigen Weltkörper beschriebene Curve etc. haben mit den Sternen nichts gemein, sie haben mit den Himmelskreisen nichts zu thun, unter ihrer Bewegung ist keine Gemeinschaft;

Digitized by Google

der Zusammenhang ist in den Phänomenen, welche diese Bewegung erzeugt, und die Phänomene zeigen sich gleichzeitig in einer gewissen Verbindung an. Diese Bemerkung erinnert uns, dass die 360° eines Himmelskreises sich weder auf den Umfang z. B. einer Planetenbahn, noch auf die Revolutionsdauer beziehen, sie dienen aber als Vergleich. Fügt sich zur Translation die Rotation, so ist an den erwähnten Verhältnissen nichts geändert; die Aequatorsebene bleibt in der Bahnebene und die Rotationsaxe ist darauf senkrecht: vorausgesetzt aber, dass der Aequatorspunct, welcher der Bewegung voraus ist, zugleich der Rotationspunct ist, mit welchem demnach die Rotation beginnt und endet, müssen wir erkennen, dass die Axendrehung in der Bahnlinie selbst vorgeht und somit auch diese mit den Sternen nichts gemein hat, das heisst, durch den Rotationspunct wird, wie wir dies bei den Zeiteinheiten sahen, wirklich ein Kreis von 360° beschrieben; diese 360 Grade aber, die sich auf die Bewegung in der Bahn selbst beziehen, sind nicht die 360 Grade des Himmelskreises, welche sich während eines Sterntages beschreiben.

Während seiner Translation beschreibt somit ein Planet durch eine seiner vollbrachten Rotationen am Himmel und in Bezug auf die Sterne mehr als einen Kreis von 360°, und dieser ist um so mehr übertroffen, je grösser die Winkelgeschwindigkeit des Planeten ist, die Dauer seiner Rotation unverändert beibehaltend. So z. B. ist die Rotationsdauer der vier Planeten Mercur, Venus, Erde und Mars nahezu dieselbe; sie beschreiben am Himmel einen täglichen Kreis vergrössert mit ihrem Tagbogen; ihre tägliche Bewegung ist der Reihe nach 4°55′, 1°36′, 59′1 und 31′4. Wir wissen, dass diese in Zeit verwandelten Bogen die Acceleration der Sterne für die betreffenden Planeten, d. h. die Differenz zwischen ihrer mittleren und Sternzeit repräsentiren; diese Differenzen sind der Reihe nach 16″22″, 6′24″6, 3′56″ und 2′5″7.

Betrachten wir Jupiter, dessen Rotationsdauer 9ʰ55′ sein Tagbogen = 299″13 ist, so finden wir, dass die Sterne in den Meridian dieses Planeten täglich um 8″ früher eintreten. Jupiter dreht sich während seiner Periode nebst seinen Rotationen noch einmal um, so wie auch Neptun während 60000 Tage nebst seinen bis jetzt unbekannten Rotationen noch eine Umdrehung macht.

Der Theorie nach circulirt der Mond um die Erde: unter welchen Bedingungen wird eine seiner Revolutionen effectiv vollendet sein? Setzen wir voraus, dass die Linie, welche die Mittelpuncte der Erde und des Mondes verbindet, durch einen wohlbekannten, genau bestimmten Punct der Erdoberfläche geht; wird der von diesem Puncte ausgegangene Mond dann nicht einen Kreis um die Erde beschrieben haben, wenn er zu demselben wieder zurückkehrt? Die Erdrotation und noch andere Umstände lassen eine directe Beobachtung dieser Art nicht zu; kennt man aber einen andern Punct ausser der Erde, mit welchem das Vorwärtsgehen

Digitized by Google

und das Zurückkehren des Mondes verglichen werden kann, so wird man auch die Dauer seiner Revolution kennen. Glaubt die Theorie, dass die Sterne oder einer unter ihnen hinlangt, um diese Dauer zu bestimmen, so irrt sie sich. Die Dauer der siderischen Revolution, allgemein als die *wahre* gepredigt, sagt nichts anderes, als dass der Mond während dieser Zeit einen am Himmel scheinbaren Kreis beschreibt. Es wird in den Schulen und in den Büchern gelehrt, dass die Rotationsdauer des Mondes gleich seiner Revolutionsdauer „um die Erde" ist, welche dann durch die siderische Umlaufszeit ausgedrückt wird, woraus folgt, dass diese drei Perioden eine und dieselbe Dauer haben; anderseits wird lang und breit explicirt, dass die Mondeswechsel und alle mit ihren Phasen verbundenen Variationen gleichfalls während seiner Revolutivperiode sich vollenden, so wie seine Halbkugel, welche stets gegen die Erde gekehrt ist, während dieser Zeit gänzlich sichtbar wird, woraus klar und einfach hervorgeht, dass diese Wechsel und Phasen, so wie sie von der Erde aus gesehen werden, genau während der Zeit sich in ihrem ganzen Verlauf zeigen, welche der Mond verwendet, um seinen Kreis um die Erde zu beschreiben; nachdem aber diese Phänomene sich während der synodischen Periode produciren, so folgt unausweichlich, dass die Dauer der Mondesrevolution um die Erde die synodische Umlaufszeit ist, und so gelangt man zu dem Endresultate, dass die Revolutionszeit des Mondes gleich ist seiner Rotationsdauer, gleich ist seiner Umlaufszeit um die Erde, gleich ist seiner Umlaufszeit „um den Himmel," gleich ist der siderischen und zugleich der synodischen Periode — die nur 2 Tage von einander verschieden sind. Wir haben versucht, in diese obeliscale Confusion einiges Licht zu bringen, um uns aus dem Labyrinth der Theorie herauszufinden.

Ist die Erde fix wie die Sterne, so entsteht nicht der geringste Zweifel, dass die siderische Umlaufszeit gleich der synodischen ist: denn in diesem Falle ist der beschriebene Himmelskreis zugleich ein Kreis um die Erde, er bezieht sich eben so gut auf die Sterne als auf die Erde. Wie konnte nun — kann man fragen — die Theorie vergessen, dass die Erde sich bewegt und ihren Satelliten in ihre Bewegung mitreisst? Ist es nicht an sich klar genug, dass die Differenz der Bogen, welche der Mond in seinen beiden Umlaufszeiten beschreibt, durch den Erdbogen repräsentirt ist? Nichts beweiset mehr die unglaubliche Schwäche der Theorie, als die Notionen, welche sie über den Mond, den uns nächsten Weltkörper, verbreitet; sie vergisst in jedem Moment, dass die scheinbaren Stellungen des Mondes, so wie seine Bewegung auf den Sternhimmel projicirt sind, und dass die Phänomene der Mondesbewegung die Bewegung jedes Körpers, mit welchen sie in Rapport gebracht werden, schon enthalten. Die Theorie betrachtet das Scheinbare als die Realität; die practische, die beobachtende und rechnende Astronomie muss sich wohl an das Scheinbare halten, denn was sie beobachtet und berechnet hat, wird

Digitized by Google

sich wieder so zeigen, und zwar sehr wahrscheinlich eine beträchtliche Zeit hindurch auf dieselbe Art zeigen: die Realität aber wird nicht beobachtet.

Die räsonnirte Wissenschaft unterscheidet sich demnach von der wirklichen dadurch, dass sie glaubt die Phänomene zu expliciren und dadurch die Realität begreiflich zu machen. Wenn sie aber das Scheinbare für die Realität hält und ausgibt, so wäre es für sie gerathener, ein weises Stillschweigen zu befolgen. Falsche Begriffe verbreiten heisst die Ignoranz consolidiren, verewigen.

In dem einen Capitel wird es umständlich beschrieben, wie die Sonne sich zwischen den Sternen versetzt, verschiedene Constellationen durchwandert und den grossen Himmelskreis, die Ecliptik beschreibt etc., im nächstfolgenden Capitel wird declarirt, dass dieses Phänomen keine Realität ist, denn die Sonne ist unbeweglich. Das Phänomen aber erzeugt sich jährlich und die Calculs werden nach ihm gemacht, es werden die Sonnenpositionen angegeben. Es ist wahr, man sagt nicht, dass die siderische Revolution der Sonne 365·25 Tage ist, man hat ihr die Erde substituirt, ja selbst das Annuaire du Bureau enthält diese Umlaufszeit und den derselben entsprechenden Tagbogen der Erde ganz genau calculirt, obwohl noch Niemand die Erde sich bewegen gesehen hat. So beiläufig verhält es sich mit dem Monde; er beschreibt weder einen grossen Himmelskreis noch eine Ellipse um den Erdmittelpunct, aber er producirt seine Phänomene regelmässig; das Annuaire aber so wie die übrigen Bücher geben seine siderische Umlaufszeit! Wir haben sattsam gesehen, dass die siderische Umlaufszeit ein *non sens* ist.

[8.] Es ist insbesondere die Rotationsbewegung, welche die Idee über die Centrifugalkraft erzeugt hat; sie ist eine jener Ideen, die seit lange her festgewurzelt noch heute da sind und wahrscheinlich bis an das Ende der Welt sich erhalten werden. Kann man über die Natur oder das Wesen eines Phänomens keinen rationellen Begriff aufstellen, so bildet man sich etwas ein, was sich dann — conservirt.

Die Mechanik ist sehr naiv, indem sie lehrt, dass die Centrifugalkraft sich mit der Rotation zugleich erzeugt, und dass, wenn weder Rotation noch Circulation da ist, es auch keine Centrifugalkraft gibt; es fehlt nur noch, dass die Mechanik uns lehrt, dass die Bewegung nicht durch die Kraft hervorgebracht, sondern umgekehrt die Kraft durch die Bewegung erzeugt wird, und dass die Bewegung sogar die Natur der Kraft verändert. Nach der Anschauung dieser Mechanik verwandelt sich die impulsive Kraft, welche die Rotation oder die Circulation hervorgebracht hat, in die Centrifugalkraft, welche alsogleich davon läuft, sobald die Rotation aufhört. Die Centrifugalkraft der irdischen Mechaniker wurde von den grossen Geometern an den Himmel versetzt.

Digitized by Google

Wenn die materiellen Theile einer Sphäre in Rotation nicht in den Weltraum geschleudert werden, so liegt der Grund hievon in der Cohäsion, in der Dichte der Materie, in der Schwere oder in der Anziehung, hauptsächlich aber darin, dass die Rotation nicht schnell genug vor sich geht. Ein im freien Raume kreisender Weltkörper, der seine Revolutivcurve beschreibt, kann sich somit in das Unendliche verlieren, wenn er nicht an Etwas festgehalten wird: daher musste man die Schleuder, den gespannten Faden, die Eisenstange etc., mit einem Worte die Centripetalkraft zu Hilfe rufen, um die vernichtende Centrifugalkraft im Zaume zu halten. Die hohe Geometrie hat diese ihre zwei Kräfte zu metamorphosiren gesucht, indem sie die tangentielle Geschwindigkeit und die Centralanziehung als ihr Aequivalent betrachtet; in dieser neuen Fassung wirken die beiden Kräfte zugleich, gleichartig und in demselben Maasse auf jeden Himmelskörper ein; sie sind sich entgegengesetzt, sie heben sich gegenseitig auf, sie vernichten einander.

Gegen einander wirkende, conträre Kräfte aufstellen, heisst jede Bewegung alsogleich vernichten; man bedarf somit ihrer permanenten Action nicht. Wozu aber den Fundamentalbegriffen widersprechen, wozu sie verläugnen, wenn sie sich factisch bewähren und sich nicht ändern?

Hat man die Resultante der Kräfte als Gesetz promulgirt, so gibt es nur eine Action, eine alleinige Kraft. Durch die Wirkung der gegenseitigen Anziehungen, durch die Perturbationen hat die Theorie das erste und Hauptgesetz der Mechanik über die Action der Kräfte einfach abolirt.

In Bezug auf die Centrifugalkraft wird die Rotation oft mit der Circulation verwechselt. Es ist selbstverständlich, dass beide Bewegungen um das Centrum vorgehen, bei der Circulation ist dieser Umstand durch die Schleuder deutlich gemacht, denn hiedurch wird die Kreisung um den Mittelpunct forcirt, der Körper *ist genöthigt* einen Kreis zu beschreiben, sagt die Mechanik. Ist aber die Schleuderbewegung nicht eher eine Rotation als eine Circulation? Wir haben erwähnt, dass die Translation allein nur dann erzeugt wird, wenn die Impulsivkraft den Schwerpunct der Sphäre trifft, in welchem Falle alle Molecule desselben sich mit gleicher Geschwindigkeit bewegen; bringt die Kraft eine Rotation hervor, so erhalten die Molecule verschiedene Geschwindigkeiten, auf den Schwerpunct aber hat in diesem Falle die Kraft nur theilweise indirect eingewirkt, sie ist auf einen Punct der Axe gerichtet. Je weiter dieser Punct vom Centrum entfernt ist, desto grösser wird die Rotationsgeschwindigkeit, welche somit ihr Maximum erreicht, wenn die Kraft auf den Endpunct der Axe einwirkt.

Nennt nun die Mechanik die Bewegung des Steines in der Schleuder eine Circulation, so hat sie den wesentlichen Unterschied zwischen Rotation und Circulation vergessen, denn es ist wohl nicht zu verkennen, dass jeder Punct des gespannten Fadens eine andere Geschwindigkeit hat,

Digitized by Google

welche ihr Maximum am Ende des Fadens — also bei dem Stein — erreicht. Die Bewegung der Schleuder ist somit eine Rotation, sie ist dieselbe eines Flug- oder Schwungrades; vom Centrum aus — als Minimum — wächst die Geschwindigkeit der Axe (des gespannten Fadens) bis zur Oberfläche oder zum Umfang des Rades (Stein in der Schleuder), wo sie ihr Maximum erreicht etc.*)

Man kann sich vorstellen, dass die Einwirkung einer grossen Kraft auf eine Sphäre — um sie in Bewegung zu versetzen — selbst eine Disjunction ihrer Theile hervorbringen kann, wenn sie auf einen Punct der Axe einwirkt, der weit vom Centrum entfernt ist; es kann auf diese Art eine Trennung ihrer Theile stattfinden, als hätte man mit einem Hammer ein Stück von ihr abgeschlagen. Wahrscheinlich hat nach dieser Ansicht Buffon die Sonnenoberfläche durch einen Cometen abstreifen lassen, um die Planeten zu erzeugen; er hätte zugleich bemerken können, dass die Sonne ihre Rotation sowohl als ihre Translation bei dieser Gelegenheit erhalten hat.

Es ist evident, dass jene Theile der Sphäre in Rotation, welche mit einer grösseren Geschwindigkeit versehen sind, sich von jenen zu trennen trachten, deren Geschwindigkeit geringer ist — sie wollen ja voraus eilen — dass somit die Elevation des Aequators und die Depression der Pole ein unausweichlicher Erfolg der Rotation ist. Es ist ein wohl bekanntes irdisches Phänomen, dass die mobilen Theile eines sich drehenden Körpers dessen höchsten Punct zu erreichen streben, und wenn sie ihn verlassen können, sich auch gänzlich entfernen. Dieses Phänomen ist permanent, so lange die Rotation währt geht auch die Abplattung vor sich. Die Permanenz der Action ist die Permanenz ihrer Wirkung, woraus wir schliessen können, dass die Abplattung der mit Rotation versehenen Weltkörper sich nach den gegebenen Bedingungen fortsetzt.

Man ist bei der Idee stehen geblieben, dass die Abplattung der himmlischen Sphären schon ursprünglich vor sich ging, als sie sich noch im flüssigen Zustande befanden; nachdem sie sich consolidirt haben, behalten sie ihre so hervorgebrachte sphäroidische Gestalt und können folglich keiner weiteren Veränderung mehr ausgesetzt sein. So betrachten z. B. die Geometer die Erde als ein Revolutionssphäroid, dessen Figur unabänderlich bestimmt ist.

---

*) Unter der Rubrik „Anwendung der Centrifugalkraft“ führt die „rationelle Mechanik“ als Beispiel eine Wäschetrocknungs-Maschine an. In einem Cylinder in schneller Rotation wird die nasse Wäsche gelegt, woraus dann die Centrifugalkraft das Wasser aus der Wäsche hinausschleudert. Dieses Exempel zeigt deutlich genug auf die Rotation hin und man könnte bemerken, dass diese Maschine eine sehr gute Erfindung ist, wenn man die Absicht hat die Wäsche in der kürzesten Frist — zu Grunde zu richten.

Digitized by Google

Wir bemerken vorerst, dass die Idee „eines ursprünglich flüssigen Zustandes“ eine willkürliche, jeden Grundes entbehrende ist, sie kann somit nicht als Basis einer haltbaren Theorie dienen. Nimmt man einen solchen flüssigen Zustand oder eine ursprünglich im Raume zerstreute Materie an, bildet man sich z. B. Nebel ein, welche Laplace zu Planeten sich condensiren lässt, so muss man — wie natürlich — auch die Homogeneität der diffusen Materie zugeben. Die homogene Materie kann sich aber wieder nur homogen condensiren, sie muss sich selbst gleich bleiben; wie sind nun — kann man fragen — alle diese in das Unendliche variirenden Substanzen (Stoffe) auf die Erde gekommen, wie haben sie sich so verschiedenartig vertheilt, die schwersten oder dichtesten mit den leichtesten neben einander, Gold und Platin auf ihrer Oberfläche, Wasser, Oel und Gas etc. in ihrem Innern? muss man nicht zugleich annehmen, dass durch stufenweise Verdichtung die Materie sich in eine Sphäre ballt, um deren Mittelpunct die Molecule sich gruppiren? Die Erde aber — so wie wahrscheinlich auch die übrigen Weltkörper — ist keine geometrische Sphäre, ihre Figur ist nicht regelmässig, ja sie ist formlos, voll Asperitäten und Vertiefungen etc. Man muss der Imagination einen weiten Raum eröffnen, um alle diese *Warum* zu beantworten.

Wir fragen nicht welcher der ursprüngliche Zustand der Planeten war? wir betrachten den unausweichlichen Effect den die Rotation hervorbringt und meinen, dass es in Bezug auf die einwirkende Kraft indifferent ist, in welchem Zustand die Materie sich befindet, es genügt dass sie eine Materie ist. Sei es nun Gas, Wasser, eine feste Substanz, Gusseisen z. B., so handelt es sich — soll die Abplattung vor sich gehen — um eine der Dichte entsprechende Kraft, um eine wirksame Geschwindigkeit. Wir meinen demnach, dass z. B. eine Kanonenkugel der permanenten Action einer Kraft ausgesetzt, die sie mit hinlänglicher Schnelligkeit in der Axendrehung erhält, sich eben so abplattet wie der Teig des Töpfers. Es ist somit gleichviel ob man sich eine Sphäre — so gross wie die Erde — aus Gas, aus flüssiger oder fester Materie vorstellt, das Revolutionssphäroid wird sich unter der constanten Action einer drehenden Kraft heranbilden und sich auch immer mehr und mehr abplatten.

[9.] Wie diese Bildung des Sphäroids mechanisch vorgeht, können wir uns beiläufig folgends vorstellen.

An jenen Theilen der Sphäre, welche der grösseren Geschwindigkeit unterworfen sind — wie dies vorzüglich in der Ebene des Aequators der Fall ist — suchen sich die Molecule gegen die Oberfläche zu erheben als würden sie sich von den übrigen trennen wollen; es entsteht hiedurch eine Art Lockerung der Materie, deren Dichte sich vermindert, dafür aber ihre Ausdehnung, ihr Volum in diesen Theilen der Sphäre zunimmt. Es entstehen somit Lücken, gleichsam leere Räume zwischen den Moleculen, welche auszufüllen sind, soll sich die Materie in ihrem normalen Zustand

— an Dichte — erhalten und es ist begreiflich, dass dieses Ausfüllen des Raumes, dieses Ersetzen des Abganges durch die nächsten Molecule — die sich hinzudrängen — bewerkstelligt wird; als würden sich die Durchschnittsebenen der Erde an beiden Seiten des Aequators diesem nähern. Derselbe Fall ist mit den Moleculen der concentrischen Kreise jeder Ebene; die äusseren dehnen sich aus und die folgenden inneren suchen den so entstandenen Raum auszufüllen. Indem diese Bewegungen in der ganzen Sphäre der Geschwindigkeit proportional vorgehen, und die Materie ihre Dichte zu erhalten trachtet und auch erhält, so ist das Erheben der Aequatorialtheile nothwendigerweise von dem Eindrücken der Polartheile begleitet. Die Depression der Pole ist somit in genauem Verhältnisse der Erhöhung der Aequatorialtheile, woraus wir folgern können, dass die Dichte der Materie durch die Abplattung nicht geändert wird, d. h. sie wird an den Aequatorialtheilen der Sphäre nicht vermindert, die Masse an denselben aber positiv vermehrt.

Nach dieser Anschauung könnte man somit nicht sagen, dass die Anziehung an den Polen stärker ist als am Aequator, indem sie der Masse proportional bleibt; die Theorie sagt nicht, dass die am Aequator agglomerirte grössere Masse weniger dicht ist als jene an den Polen; sie erkennt dass die Masse am Aequator vergrössert ist, sie sagt aber im Widerspruch mit den Gesetzen der Anziehung, dass diese an den Polen stärker ist, was — nach ihrer Ansicht — durch die schnellere Pendelbewegung an den Polen auch bewiesen ist. Wir werden auf diesen Gegenstand zurückkommen und herauszufinden trachten, wie die Theorie in Verwirrung gerathen ist? hier genüge es einstweilen zu bemerken, dass sie den Satz aufgestellt hat, dass die Erdanziehung — Schwere — durch die Centrifugalkraft vermindert wird, oder was gleichbedeutend ist, dass die Rotationsgeschwindigkeit die Attraction paralysirt, ihre Wirkung hemmt.

Wir haben noch zu betrachten, welche Elemente auf die Grösse der Abplattung einfliessen?

Die Rotationsgeschwindigkeit ist relativ, man kann somit nicht im Allgemeinen sagen, dass je grösser sie ist, desto grösser auch die Abplattung. Bei gleicher Dimension und gleicher Masse (Dichte) ist die Geschwindigkeit der Rotationsdauer umgekehrt proportional; die Planeten sind verschiedener Grösse, bei gleicher Dauer verhalten sich die Drehungsgeschwindigkeiten wie die Halbmesser der Planeten. Dass unter der Rotationsgeschwindigkeit man jene eines Aequatorpunctes versteht, darf nicht ausser Acht gelassen werden.

Ist die Rotationsgeschwindigkeit der vier Planeten, Mercur, Venus, Erde und Mars nahe dieselbe, sind die übrigen Bedindungen auch gleich, so ist die Abplattung ihrer Grösse proportional; die grösste wird der Erde zukommen, ihr nach folgen Venus, Mars und Mercur. Ist die Rotationsdauer dieselbe, so vergrössert sich die Geschwindigkeit im Verhältniss

der Dimensionen der Sphäre, hieraus folgt aber nicht nothwendig die gleichfalls proportionelle Abplattung; denn es kommt hier die Dichte der Materie in Betracht, die Cohärenz ihrer Molecule. Je compacter die Materie — die übrigen Bedingungen gleichgesetzt — desto geringer ist die Wirkung der Drehungsgeschwindigkeit auf die Theile der Materie und die Aequatorialtheile werden sich weniger erheben.

Die Geschwindigkeit am Erdäquator ist 463·7 Metres in der Secunde, sie übertrifft somit jene einer Kanonenkugel, welche nach der bekannten Annahme nur 400 Metres in der Secunde durchläuft. Nach ihr kommen Mercur mit 181, Venus mit 475, Mars mit 235 und der Mond mit 4·3 Metres. Ist die Dauer der Sonnenrotation von 27 Tagen, so ist ihre Geschwindigkeit 1925 Metres in der Secunde; man kann sich den bedeutenden Effect dieser Bewegung auf die enorme Sonnenmasse vorstellen, und es ist wahrscheinlich, dass die Sonne gleichfalls abgeplattet ist.

Unter den bekannten Weltkörpern hat Jupiter die grösste Drehungsgeschwindigkeit, sie ist 12598 Metres, also nahe 3·15 Meilen in der Secunde, sie erreicht nahe die theoretische Translationsgeschwindigkeit dieses immensen Körpers; reducirt sich diese auf $^2/_5$, so übertrifft die Rotationsgeschwindigkeit jene der Translation oder vielmehr Circulation $^5/_2$ mal.

Nach Jupiter kommt Saturn, dessen Rotationsgeschwindigkeit 9497 Metres ist, welche gleichfalls jener seiner Translation, die nach der Theorie 2·35 Meilen in der Secunde ist, nahe kommt, seine Ringe aber drehen sich in derselben Zeit von 630 Minuten einmal um; ist nun der Halbmesser des äusseren Ringes 2·4mal grösser als der des Planeten, so hat er die ausserordentliche Rotationsgeschwindigkeit von nahe 5·64 Meilen in der Secunde. Die Abplattung Saturns ist nach Herschel $^1/_{11}$, jene des Jupiters $^1/_{17}$. Saturn hat somit im Sonnensystem die grösste Abplattung, obwohl seine Rotationsgeschwindigkeit minder als jene des Jupiters ist; man kann somit annehmen dass auch seine Dichte geringer ist, und in der That ist nach der Theorie die Dichte Saturns die geringste unter allen Körpern des Systems.

Vergleichen wir nun die prätendirte Rotationsgeschwindigkeit des Mondes mit jener des Jupiters, so ist die des letzteren nahe 3000mal grösser, obwohl die Halbmesser beider Weltkörper sich wie 1 zu 41 verhalten, es scheint somit, dass die Rotationsgeschwindigkeit des Mondes keinen bedeutenden Effect hervorbringt und der Satellit wenig abgeplattet sein kann. Die Theorie aber hat der Centrifugalkraft auch beim Monde eine grosse Rolle zugewiesen und an diesem Körper verschiedene Durchmesser — nach seinen drei Cardinalaxen — entdeckt; sie sagt, dass seine gegen die Erde gekehrte Axe die grösste ist, und der Mond nach dieser Seite hin die Figur eines Pendels oder vielmehr einer Spindel hat, und dass diese Verlängerung der Mondesmasse durch die Erdanziehung pro-

ducirt ist. Wenn nun die Attraction der Erde eine solche Wirkung ausübt, so ist es begreiflich, dass der Mond stets dieselbe seine Seite ihr zuwendet, dann aber hat er keine Rotation und kann so betrachtet werden, als wäre er wirklich mit der Eisenstange an den Erdmittelpunct festgemacht. Diese theoretische Ansicht ist die natürliche Folge jener unglücklichen Idee, welche man sich von der Wirkung der Anziehung gemacht hat; die unaufhörliche Action der Erdkraft auf den Mond muss denselben immer mehr verlängern, bis die Spindel endlich die Erdoberfläche berührt; damit aber dies nicht stattfinde, muss man wohlweise aufstellen, dass dieser ausgiebige Einfluss der Anziehung nicht mehr auf dieselbe Art sich äussert, seitdem der Mond aus seinem ursprünglich flüssigen Zustand herausgetreten ist und sich consolidirt hat. In den Büchern findet man keine Erwähnung, dass der eine oder der andere genaue Beobachter diese Mondspindel deutlich gesehen und auch gemessen hätte. Würde diese analytisch ausserordentliche Verlängerung der Mondesmasse eine Realität sein, so müsste sie eben so gut wie die übrigen Erhöhungen und Vertiefungen (Berge und Schluchten etc.) des Mondes graduell erleuchtet, sichtbar und messbar sein.

[10.] Eine Theorie, welche die Attraction zugleich agiren und nicht agiren lässt, nach welcher die Action einmal vom Centrum aufs Centrum, von Massen auf Massen, das andere Mal von Oberfläche zu Oberfläche, von Theilen auf Theile, dann wieder von Moleculen auf Molecule vereint oder geschieden vorgeht, nach welcher sich die Anziehung — als Kraft genommen — ändert, bald grösser bald kleiner wird, bald positiv, bald negativ einwirkt, einmal nach dem Quadrate, ein anderes Mal nach dem Würfel der Entfernung sich abschwächt; einmal ganz bleibt, das andere Mal sich decomponirt etc., eine solche Theorie hat sich selbst gemordet, sie gehört nicht zur Wissenschaft, sie enthält den vollständigen Beweis der Ignoranz, in welcher sie über das Wesen der Anziehung ist.

In ihrer Gesammtheit stützt sich die astronomische Theorie auf das System von Copernik; man kann aber nicht sagen, dass sie aus diesem System entfliesst, indem dieses nicht der Ausdruck der Realität ist; man muss somit erkennen, dass sie der Imagination angepasst, mit dieser in Einklang gebracht ist, und sie folglich keine eigentliche wirkliche Wissenschaft, keine durch das Naturstudium erworbene Kenntniss, sondern ein erfundenes, componirtes, künstliches Wissen vorstellt. Die Verpflichtung welche man sich auferlegte, alles auf das System beziehen zu sollen, erstreckt sich bis auf die beobachteten Phänomene; auch diese sollen auf die Art erklärt werden, dass sie so sein müssen, wie dies das System erfordert.

Mit einer fixen Sonne konnte man sich einbilden, dass die Planeten um ihren Mittelpunct in geschlossenen Curven kreisen, denn die Intelligenz eines Knaben reicht schon hin zu begreifen, dass mit einem Centrum

Digitized by Google

das sich bewegt, das seinen Ort verändert, ein Kreis, oder welch immer geschlossene Figur eine Unmöglichkeit ist. Indem Copernik die Sonne fix gemacht hat, musste er aus der — bis zu seiner Zeit unbeweglichen — Erde einen Planeten machen, und von diesem Augenblick an wurde die Mondesbewegung unerklärlich. Sagt nun die heutige Theorie dass der Mond um den Mittelpunct der Erde in einer geschlossenen Ellipse nach dem Flächengesetz kreiset, so hat sie sich mit der Natur selbst in Widerspruch versetzt, ohne dem System von Copernik Genüge zu leisten.

Man kann nicht voraussetzen, dass es einen Astronomen oder einen sich mit der Astronomie befassenden Gelehrten gibt, der nicht wüsste, dass der Mond, ein Satellit, die Erde nicht verlässt; dass er mit seinem Planeten in demselben Sinne sich bewegt; der nicht wüsste, dass die Erde sich in einer mindestens 400mal grösseren Bahn, mit einer mehr als 32fachen Geschwindigkeit des Mondes bewegt und im Raume versetzt; man kann somit eben so wenig begreifen, wie die gelehrten Autoren und Professoren noch immer lehren können, dass der Mond in einer wenig excentrischen Ellipse nach dem Flächengesetze um die Erde kreiset, und nachdem er eine ganze Tour um den Himmel gemacht hat, zu demselben Punct seiner Bahn zurückkehrt! Indem wir nicht verlangen können, dass die Astronomen endlich einmal die nöthigen Studien über die Versetzung des Sonnensystems anfangen, so finden wir es sehr wahrscheinlich, dass sie während unbestimmter Zeitperioden noch fortsetzen werden, Notionen zu verbreiten, welche selbst gegen ihre eigene Ueberzeugung sind, aus purer Anhänglichkeit an das System; dies aber ist ein Umstand, welcher uns wenig beschäftigt.

Die Mondesbewegung ist eine untergeordnete, eine von der Erdbewegung abhängige; so lange man sich einbildet, dass die Erde um den Sonnenmittelpunct kreiset, hat man die Mondesphänomene darnach zu expliciren; der Mond macht die jährliche Tour mit der Erde, während er um diese — fast in der Ebene ihrer Bahn — circulirt. Wir haben gesehen, dass nach der Configuration des Systems von Copernik diese beiden Himmelskörper sich nicht immer gegen die Sonne richten, sondern während ihrer Circulation alle Richtungen einer Ebene annehmen; man hat indessen erkannt, dass die Planeten und Satelliten eine „Neigung gegen die Sonne“ haben, eine Neigung, welche sich später durch die Attraction erklärt, hat aber auch zugleich das Malheur gehabt, ihre Neigung, „die Sonne zu verlassen,“ wahrzunehmen; diese ihre Neigung hat der bekannte Antagonist der Attraction, die berüchtigte Centrifugalkraft, in ihnen erweckt.

Da die sich bewegende Sonne ihr System mit sich führt, so kann die Stellung des Mondes in Bezug auf Sonne und Erde nicht mehr jene sein, welche das System Copernik's voraussetzt.

Digitized by Google

Unter den zahlreichen analytischen Untersuchungen und Bestimmungen von Laplace findet man in seiner Himmelsmechanik eine sehr wichtige, welche zugleich eine merkwürdige Lehre enthält: diese ist, wo Laplace sagt, dass „die Action der Sonne auf die Erde und ihren Mond auf eine Art sich äussert, als würden diese beiden Körper in einem Centrum vereint sein."

Dieser Satz könnte sich zu einem Princip gestalten, und es ist zu bedauern, dass sein Autor keine Anwendung davon macht, noch mehr ist es zu bedauern, dass er demselben bei der Theorie der Präcession, der Nutation und der Fluthen direct widerspricht. Der Satz enthält demnach, 1. dass die Sonnenanziehung sich auf die Erde und ihren Mond collectiv, zugleich, gleichartig, auf dieselbe Art ausübt, d. h. zwischen beiden keinen Unterschied macht, also 2. weder auf den einen noch auf den andern dieser Körper besonders (separat) oder ausnahmsweise wirkt, und 3. dass die Entfernung der beiden Körper von der Sonne unveränderlich dieselbe ist.

Von der andern Seite muss man wohl voraussetzen, dass die Erde auf den Mond eine Action (Anziehung) ausübt, denn sonst könnte dieser nicht ihr Satellit sein, ihr nicht überall nachfolgen. Diese Action der Erde kann nur unverändert eine und dieselbe sein, da ihre Masse nicht variabel ist; der Mond ist somit zweien Anziehungen ausgesetzt, welche auf ihn beständig, mit unveränderlicher Kraft einwirken, um ihn in seinem Balancement (Gleichgewicht) zu erhalten. Aus dieser Bemerkung folgt, dass die Lunardistanz von den beiden anziehenden Körpern in den Grenzen der beiden Einwirkungen bleibt und sich nicht bedeutend ändern kann. Nach der citirten Bestimmung von Laplace ist die gegenseitige Anziehung der Erde und des Mondes gleichsam supprimirt, sie ist — mindestens — überflüssig; den beiden Körpern bleibt nichts übrig, als der Sonne mit derselben Geschwindigkeit zu folgen; dass somit der Mond vorerst der Erde folgt und nebstdem seine Revolutivcurve beschreibt, dass er drei Geschwindigkeiten — jene der Sonne, der Erde und seine eigene — vereint, ist die Folge der Sonnenbewegung.

[11.] Ueber die Wirkung oder die Folgen der Rotation hat man sich manche Ideen gemacht; betrachten wir auf welche Art sie die verschiedenen Geschwindigkeiten, wahre und scheinbare, hervorbringt.

Unter allen Halbmessern der Erdsphäre bewegt sich jener des Aequators am schnellsten, alle übrigen haben eine um so geringere Geschwindigkeit, als sie sich mehr und mehr gegen die Rotationsaxe neigen: der letzte, der mit der Axe selbst zusammenfällt, scheint gar keine Bewegung zu haben. Hieraus folgt, dass alle Puncte der Erde in ihrem Innern sowohl als auch auf ihrer Oberfläche Kreise beschreiben, deren Grösse ihrer Entfernung von der Axe proportional ist; da nun alle diese Kreise in derselben Zeit beschrieben sind, verhalten sich die Geschwin-

Digitized by Google

digkeiten wie die Halbmesser, oder was dasselbe ist, wie die Umfänge der Kreise.

Betrachten wir z. B. den Radius des Aequators allein, so beschreiben alle Puncte desselben Kreise von Null an — im Mittelpuncte — bis zum Umfange des Aequators, und jeder dieser Puncte hat eine andere Geschwindigkeit, welche somit der Länge des Radius vom Mittelpuncte an gezählt, entspricht. Die grösstmöglichste Rotationsgeschwindigkeit hat demnach der höchste Punct des Erdäquators. Stellen wir uns vor, dass dieser Radius noch ausser der Erde, über ihre Oberfläche sich verlängert, so ist es klar, dass die von seinen Puncten beschriebenen Kreise und die Geschwindigkeiten sich wie die Längen verhalten. Ein anderer Radius bewegt sich mit um so geringerer Geschwindigkeit, als er sich dem Pole zuneigt, und die von seinen Puncten beschriebenen Kreise verhalten sich wie die Neigungen.

Die Geschwindigkeit eines Erdpunctes ist gegeben, wenn man die Rotationsdauer und die Dimensionen der Erde kennt. In Betracht der verschiedenen Geschwindigkeiten kann man welche immer als die Einheit nehmen in der Voraussetzung, dass unter *Erdoberfläche* das Niveau des Meeres verstanden wird: von da aus beschreibt der dem Beobachter entsprechende Radius bis zum Mittelpuncte der Erde abnehmende Kreise, während alle Puncte seiner Verlängerung über dem Niveau mit einer — mit seiner Länge — zunehmenden Geschwindigkeit sich bewegen. Der Aequatorialhalbmesser der Erde ist mit 1594·205 Meilen oder 6,376821 Metres angenommen, woraus der Umfang ihres grössten Kreises mit 10016·7 Meilen, und die Geschwindigkeit eines Punctes mit 463·7 Metres in der Secunde hervorgeht: eben so findet man, dass ein Grad des Aequators 111296·5 Metres und jede Raumsecunde 30·9 Metres enthält. Wird die Erde als eine Sphäre angenommen, so ist ein Grad ihres grössten Kreises nach welcher Richtung immer hin = 111111·11 Metres, der Bogen einer Minute = 1851·85 Metres. Nimmt nun der Aequatorialhalbmesser über dem Meeresniveau zu oder gegen den Erdmittelpunct ab, so vergrössert oder vermindert sich der von ihm beschriebene Kreisumfang in demselben Verhältniss. Der Unterschied einer jeden Meile beträgt — im Rapport von 1 zu 1594·205 — 6·2832 Meilen, eines jeden Meters 6·2832 Metres etc.

Stellen wir uns vor, dass der Erdhalbmesser sich bis zum Monde ausdehnt, so beschreibt er dort einen 60mal grösseren Kreis als jener des Aequators ist, mit einer 60mal grösseren Geschwindigkeit. In der Sonnenferne sind Kreis und Geschwindigkeit 24000mal grösser also 11,129650 Metres in der Secunde; setzen wir endlich den Fall, dass das uns sichtbare Himmelsgewölbe scheinbar 4000mal entfernter ist als die Sonne, so ist jener Kreis, welchen der Sternhimmel in 24 Stunden zu beschreiben scheint, 96millionenmal grösser als der Aequatorsumfang, und die Ge-

Digitized by Google

schwindigkeit der Sterne in Rotation würde 44515,200000 Metres oder bei 11,128000 Meilen in der Secunde sein *). Würde sich in dieser Distanz ein Weltkörper befinden mit dem messbaren Durchmesser von einer Secunde, so würde dieser mehr als doppelt jenen der Sonne übertreffen. Der Durchmesser des Erdspiralringes erscheint in dieser Entfernung von beiläufig 40 Secunden. Der Leser wird bei dieser Bemerkung sicherlich überrascht sein, indem er an die grosse Aberrationsaxe denkt, welche bei einem Durchmesser der theoretischen Erdbahn von 76 Millionen Meilen gleichfalls nur 40″ beträgt.

|12.| Im Ganzen genommen ist die Erde ein solider Körper. Die Theile ihrer Materie hängen an einander, festgehalten durch die Cohäsion, Schwere, Dichte, Attraction etc., gleichviel; wir haben somit stillschweigend vorausausgesetzt, dass ein über das Meeresniveau verlängerter Radius gleichfalls eine körperliche feste Linie ist, deren Puncte während der Rotation in derselben relativen Lage bleiben. Die Erhöhungen auf der Erdoberfläche, wie Berge, Thürme etc. sind in der That mit der festen Erde in Verbindung, und es ist natürlich, dass ihre mehr und mehr erhöhten Puncte grössere Kreise beschreiben und somit sich schneller bewegen. Die Transmission einer mit der Höhe wachsenden Geschwindigkeit setzt demnach voraus, dass der von einer gewissen Höhe fallende Körper mit der Erde in Verbindung sei und sich in der Linie eines verlängerten Halbmessers befinde. Wer z. B. einen Stein fallen lässt entspricht der Bedingung, er und sein Stein haben die Rotationsgeschwindigkeit, welche ihrer Position zukommt, wir können somit beide so betrachten, als hätten sie diese ihre Geschwindigkeit durch eine Impulsion erhalten.

Hier entsteht die Frage, wie ein Körper diese Impulsion erhalten könnte, wenn er durch gar kein Mittel mit der Erde in Verbindung gebracht ist? Wie könnte er auf die Erdoberfläche von welch immer einer Höhe fallen? Ein solches Experiment wird nicht gemacht; stellen wir uns z. B. vor, dass ein Stück Metall an einem sehr langen Faden in der Luft hängt, so müssen wir wohl annehmen, dass der Aufhängepunct die seiner Höhe entsprechende Rotationsgeschwindigkeit hat, was für einen Punct gilt, gilt für alle. Jeder nach abwärts folgende Punct des Fadens bewegt sich langsamer und das Metallstück wird den kleinsten Kreis beschreiben. Lassen wir diesen Körper in der Länge des Fadens so hoch wie möglich steigen und wieder sinken, schnell oder langsam gleichviel, muss er nicht stets vertical, d. h. in der Linie des Fadens bleiben, der seinerseits in der Verlängerung des Erdhalbmessers ist, und was erhält ihn in der Verticalen? Die constante Einwirkung der Erdanziehung. Kann diese unsere Bemerkung durch genaue Experimente constatirt werden, so

*) Eine Bogensecunde repräsentirt den Raum von 74400 Meilen.

Digitized by Google

folgt, dass ein fallender Körper von der Verticalen nicht abweichen kann, dass er während seines Falles nach und nach alle Rotationsgeschwindigkeiten annimmt, die seiner jedesmaligen Position entsprechen, dass folglich seine anfängliche Rotationsgeschwindigkeit graduell abnimmt, und endlich dass er senkrecht auf die Erdoberfläche fällt. Ist dies nicht so — was zu beweisen schwer sein dürfte — so muss man zwei Dinge voraussetzen, dass 1. die erste relative Impulsion während des Falles unverändert verbleibt, was in der That mit den Principien der Mechanik übereinstimmt, und 2. dass diese erhaltene Geschwindigkeit durch die constante Einwirkung der Attraction nicht verändert werden könne: was beiläufig gleichlautend ist mit der Annahme, dass die Erdanziehung durch die vermehrte Rotationsgeschwindigkeit annullirt ist. Es ist aber einleuchtend, dass die beständige Action der Erdanziehung auf den fallenden Körper keinen andern Effect hervorbringen kann, als diesen in der Verticalen zu erhalten, aus welcher er eigentlich — durch die Rotationsbewegung allein — gar nicht hinaustreten kann und sich stets gegen den Erdmittelpunct zu richten hat. Nach der Theorie und auch nach den gemachten Experimenten fällt ein Körper nicht senkrecht auf die Erde, er fällt nicht in einer geraden Linie, er beschreibt im Raume einen Bogen und fällt östlich vom Fallpuncte, er richtet sich nicht gegen den Mittelpunct der Erde.

Wenn demnach die Rotation verschiedene Geschwindigkeiten hervorbringt, so ist die unerlässliche Bedingung, dass die Körper oder Puncte Kreise beschreiben, welche im Verhältniss ihrer Entfernung vom Erdmittelpuncte sind.

Setzen wir voraus, dass die Puncte eines verlängerten Radius gleich grosse Kreise beschreiben, oder dass sie ihre Kreise mit derselben Geschwindigkeit durchlaufen; ist es nicht deutlich, dass die höher liegenden Puncte zurückbleiben müssen? So hätte ein Punct doppelter Distanz, z. B. in der Entfernung von zwei Erdhalbmessern, eine Rotationsdauer von zwei Tagen: wenn aber die Puncte nicht zurückbleiben können, so können sie auch den übrigen nicht vorauseilen, woraus folgt, dass die gerade Linie und die Verticalität des Falles das Werk der Anziehung sind.

Die Wirkung der Action einer Kraft auf einen Körper ist dieselbe, ob dieser durch eine Impulsion vorwärts getrieben oder fortgerissen wird: ein hängender Körper ist somit eben so an die Erde gefesselt als würde er sich auf eine solide Basis stützen; Aufhängepunct und hängender Körper beschreiben während der Rotation ihre Kreise mit der ihrer Position zukommenden Geschwindigkeit.

Man hat die Meinung ausgesprochen, dass die Erdrotation einen Einfluss ausübe auf jene Körper und ihre Bewegung, die sich auf oder über ihrer Oberfläche befinden, diese Meinung wird durch zwei Experi-

Digitized by Google

mente bekräftigt, deren eines die frei fallenden Körper, das andere die Pendelbewegung gibt. Aus dem ersteren Experimente soll man schliessen, dass z. B. ein Bleiloth oder ein hängender Körper, wenn er fällt, nicht gegen den Erdmittelpunct, nicht in der Verticalen, nicht senkrecht auf die Erdoberfläche fällt. Das Phänomen, welches diesen Widerspruch der Natur beweiset, wird von Niemandem in Zweifel gezogen, und es ist ausgemacht, dass es durch die Erdrotation hervorgebracht wird. Es ist vielleicht überflüssig zu bemerken, dass die irdischen Phänomene, selbst wenn sie durch Experimente herbeigeführt oder erzeugt werden, häufig eben so wenig begriffen sind, als die Himmelserscheinungen. Viele dieser Experimente werden oberflächlich gemacht, und die mit dem producirten oder erhaltenen Phänomen verbundenen Umstände werden selten in ihrer ganzen Bedeutung in Betracht gezogen.

Die Experimente, welche den obigen Schluss unwiderlegbar festsetzten, wurden durch H. Reich in einem 158·5 Metres tiefen Brunnen gemacht! Dieser Gelehrte fand, dass der in diese Tiefe fallende Körper im Mittel 0·0283 Metres östlich von der Verticalen abweicht; der Calcul gibt 0·0276 Metres.

Bemerken wir vorerst, dass der Ausdruck „im Mittel“ anzeigt, dass unter der grossen Zahl der gemachten Experimente vielleicht nicht zwei waren, die dasselbe Resultat gegeben hätten und dass es möglich ist, der Körper habe sich einige Male in der Richtung geirrt und sei westlich niedergefallen.

Von den vielen Dingen, die bei diesem an sich einfach scheinenden Experiment in Betracht kommen, wollen wir nur einige erwähnen.

Die erste Frage ist die Verticalität des Fallanfanges, d. h. begann ein Stein oder Metallstück in dieser Richtung zu fallen? Selbst die vollkommensten astronomischen Instrumente liefern nicht die „mathematische Gewissheit“ einer „Direction.“ Wenn es demnach schwer ist in immensen Distanzen genau zu visiren, so ist es noch schwerer auf einer Entfernung von einigen Metres. Zweitens, die geometrische Axe des cylindrischen Brunnens muss in der Linie eines Erdhalbmessers liegen, das Centrum der Brunnenbasis mit dem Erdmittelpunct coincidiren und der Körper in der Richtung der Axe fallen; um diesen zwei ersten Bedingungen zu genügen muss der Körper vor seinem Fall schon die Lage haben, dass die verlängerte Brunnenaxe durch seinen Schwerpunct geht; ist dies nicht der Fall, so wird sich der Körper während seiner Bewegung im Raume um- oder wegwenden, und die gerade Linie ist unterbrochen. Aus ähnlichen Experimenten hat man geschlossen, dass z. B. grosse Massen, Berge etc. die fallenden Körper aus ihrer Richtung bringen; es frägt sich nun, befinden sich an den Brunnenwänden nicht Massen oder Dichten verschiedener Art, welche auf die Richtung der Bewegung einwirken? Der Widerstand der Luft endlich ist nicht zu vergessen, die Luft wird mit

der Tiefe dichter, ja in einem tiefen Brunnen können noch dichtere Luft- oder Gasarten sich vorfinden und es entsteht eine Art „mechanischer Refraction“ und dadurch eine Abweichung von der Verticalen etc.

Aus den Experimenten mit dem Pendel hat man gleichfalls den Schluss gezogen, dass auf die Oscillationen desselben die Rotation einen Einfluss ausübt.

Die Pendel treten oft aus ihrer ursprünglichen Schwungebene, sie ändern ihre ursprüngliche Richtung und man hat sich eingebildet, dass in diesem Umstande der Beweis der Erdrotation liegt. Liest man in gewissen Büchern die Erzählung der in Paris mit dem mit einer grossen kupfernen Kugel versehenen, 64 Metres langen Pendel gemachten Experimente; wie die Erde sich *unter* dieser hängenden Kugel drehet, so erwartet man die deutliche Darstellung, dass der Pantheon mit seinem Pendel in der Luft hängen bleibt, während die Erde sich drehet und ihre Rotation vollendet, deren Dauer, wie dies auch aus dem Experiment hervorgehen würde — wenn nämlich die Oscillationen desselben sich fortsetzen könnten — der Sterntag ist.

Die italienischen Gelehrten haben vor langer Zeit schon bemerkt, dass der Pendel seine Oscillationen mit einer „ovalen Spirale“ endigt; die neueren Experimente — grossen Maassstabes — geben eine Abweichung, einen Wechsel der Oscillationsebene, es wird aber nicht gesagt, ob die geradlinige Bewegung sich fortsetzt, oder endlich sich in eine krummlinige verwandelt?

Einer hängenden Kugel, dem einfachen Pendel, kann man alle Arten von Anfangsbewegung mittheilen, sowohl in Bezug auf seine Richtung als auch auf die Art seiner Oscillation. Versetzt man ihn in eine Kreis- oder elliptische Bewegung — welche somit zugleich in der horizontalen Ebene vorgeht — so behält er diese Figur bis an das Ende seiner Bewegung; die beständige Verkleinerung oder Verengung der Kreise oder Ellipsen bedingt natürlich, dass die eigentliche Figur dieser Circularbewegung die Spirale ist; die Dauer einer kreisenden Oscillation — bei gleicher Pendellänge — ist doppelt so gross als jene einer Oscillation in der Verticalebene, d. h. zwei Oscillationen des gewöhnlichen Pendels sind gleich einer Kreisbeschreibung des sogenannten Centrifugalpendels. Bei dieser letzteren Art Pendelbewegung ist ein Wechsel der Oscillations-Richtung nicht anzunehmen, wenn demnach während der gewöhnlichen geradlinigen, oder richtiger gesagt, in der Verticalebene vorgehenden Oscillation, die Richtung der Bewegung sich ändert, so können mehrere Ursachen oder Einflüsse da sein, die der Beobachtung entgehen.

Es wird gesagt, dass nach den Experimenten die Kugel von ihrer Ebene auf die Art abweicht, dass, könnte man sie in einer gleichförmigen Bewegung erhalten, so würde ihre Oscillationsebene einen ganzen Kreis um die Suspensionsaxe beschreiben, und dass dieses Experiment auf vie-

len Puncten der Erde — sehr gut ausgefallen ist. Dies ist an sich klar, die mit der Fallmaschine Atwoods gemachten Experimente gehen überall sehr gut von Statten, und dennoch weiss es noch Niemand, wie die Körper in der Wirklichkeit auf die Erdoberfläche fallen.

Wir bemerken, dass je grösser der Maassstab eines Experimentes dieser Art; je länger der Faden, je grösser die Kugel etc., desto mehr Complication, desto mehr Einflüsse; der kleinste Pendel, dessen Bewegung microscopisch ist, wird wohl die einfachsten und zugleich deutlichsten Resultate geben, da er von vielen Einflüssen unabhängig ist. Es ist kein Grund vorhanden, warum die geographische Lage einer der Einflüsse sei, wenn man von der Erdanziehung abstrahirt, es ist aber ein wesentlicher Umstand da, von welchem die Veränderung der Oscillationsebene abhängt.

Es ist ganz gleich, ob ihre anfängliche Bewegung die Kugel, durch ihr Gewicht sich selbst gibt, oder diese durch eine Impulsion (das Aufheben oder Stoss) erhält, die Wirkung ist dieselbe. Man nehme welch immer grosse oder kleine Kugel, aus welch immer Stoff, und auf welch immer Faden aufgehängt, so ist die Oscillationsbewegung stets dieselbe. Versetzt man den Pendel — in der Verticalebene — nach einer gegebenen Richtung (Weltgegend) in Bewegung, so behält er diese Richtung bis an das Ende seiner Oscillationen. Damit aber die ursprüngliche Schwungebene constant bleibe, ist die Bedingung, dass der Schwerpunct der Kugel sich in der Verlängerung des Aufhängfadens befinde, und dass die Impulsion diesen Schwerpunct treffe; ist diese Bedingung nicht erfüllt, so ist die Aenderung der Oscillationsebene unausweichlich, ihre Ablenkung ist permanent, und lässt dies der Aufhängepunct zu, so verwandelt sich die Oscillation in eine krummlinige Bewegung. Es ist bekannt wie schwer es ist die Lage des Schwerpunctes einer etwas massiven Kugel zu bestimmen, und selbst wenn man diese kennt die Bewegung nach ihr zu regeln, übrigens ist die Vertheilung der Molecule verschiedener Dichte in einer Metallkugel nicht bekannt, daher ist die Wahl derselben nicht gleichgiltig; ein kleines aus einem leichten Stoffe gemachtes Säckchen zur Hälfte mit Quecksilber gefüllt, dürfte die beste Kugel eines Experimentirpendels sein. Uebrigens ist es wohl bekannt, dass ein Pendel ein Pendel ist, ob er eine Kugel, eine Linse an seinem Ende oder auch gar nichts hat; ob die Kugel oder Linse gross oder klein ist; wenn demnach die Erdrotation auf den einen Pendel einwirkt, so muss sie auf alle einwirken, welche immer ihre Gestalt, Grösse, Composition etc. ist und jeder Pendel muss dasselbe Phänomen zeigen. Ist dies nicht der Fall, kann man das Experiment nicht mit einem jeden Pendel machen — bei gleichem Aufhängepuncte — so folgt wohl von sich selbst, dass die grosse Rolle bei dem grossen Pendel weder der Pendel selbst, noch die Rotation, sondern die grosse Kugel spielt.

Digitized by Google

Derselbe Künstler, der die Versuche mit dem Riesenpendel erdacht, H. Focoult, hat auch eine Maschine, den Gyroscop, construirt, welche die Rotation derErde noch deutlicher beweisen soll. Man hat eine bedeutende Quantität Gelehrsamkeit angewendet und verwendet, um die Function dieser Maschine zu expliciren und mit der Erdrotation in Einklang zu bringen, nur hat die Theorie sich noch nicht auf die erwünschte Höhe geschwungen und man kann erwarten, dass die Maschine ehestens den unumstösslichen Beweis liefern wird, dass erstens die Rotationsdauer der wahre Sterntag und zweitens der Erdäquator zur Bahnebene 23° 27′ geneigt ist.

Man liest in den Büchern: „Wäre die Erde unbeweglich, so würde „der Pendel aus der Verticalebene nicht heraustreten, in welcher seine „Oscillation angefangen hat, seine an Richtung absolut unveränderliche „Oscillationsebene würde sich im Raume beständig gegen dieselben Ob„jecte richten, welche sich in seiner Nähe befinden. Die Rotation der Erde „über sich selbst“ macht, dass die Dinge nicht ganz so vorgehen.“*)

Nachdem der Beweis des Satzes: „hätte die Erde keine Rotation so würde der Punct nicht ausweichen,“ ausser der Macht des Gelehrten liegt, bleibt er eine hohle Supposition. Stellt man aber den anderen Satz als positiv auf, „dass die Rotation nur auf die Bewegung einwirkt,“ so ist man auch verpflichtet zu beweisen, warum sie auf die Körper nicht einwirkt, wenn diese frei hängend sich in ruhendem Zustande befinden? Betrachtet man diese principielle Frage näher, so wird man natürlich auf die permanente Einwirkung der Erdanziehung und zugleich zur Erkenntniss geführt, dass die in der neuesten Zeit gemachten Experimente Niemanden berechtigen, aus ihnen definitive Schlüsse zu ziehen und die bisher gezogenen nicht unter die Fundamentalnotionen gereiht werden können.

|13.| Im Allgemeinen kann man sagen, dass die Rotation nothwendigerweise einen Einfluss ausüben müsse auf alle Theile der Erde, ob nun diese selbst in Bewegung oder in einer scheinbaren Ruhe sind, ob sie mit dem Erdglobus fest verbunden, locker, beweglich oder schwebend sind.

Welche Ideen hat man sich gemacht, welche kann man sich machen über den Einfluss der Rotation auf die Atmosphäre?

Selbst ein Theil der geballten Materie umhüllt die Atmosphäre den Erdsphäroid in einer — obwohl unbekannten, doch aber — gleichen Ausdehnung. Diese bewegliche und elastische Materie muss somit von dem Erdmittelpuncte angezogen sein, dessen Action sich nach allen Richtungen erstreckt. Die Sphäroidicität der Atmosphäre — wenn sie wirklich jener der Erde ähnlich sein soll — enthält somit den directen Beweis, dass die Anziehung vom Mittelpuncte einer Sphäre ausgeht. Die Figur der Atmosphäre ist somit, in ihrer Totalität genommen, die Figur der mehr soliden

*) Ch. Delaunay, Astron. etc. p. 597.

Digitized by Google

Erde, woraus folgt, dass, wenn die Erdanziehung nach den ihrem Inneren verschieden vertheilten Massen und Dichten verschieden ist, so muss auch die Dichte der Atmosphäre, so wie ihre Ausbreitung im Verhältniss der Attraction sein, d. h. sie muss den Erdball auf eine Art umhüllen, welche der relativen Action der Anziehung entspricht. Verhält sich diese Action nach dem Quadratgesetz, vermindert sie sich in welch einem Verhältniss immer mit der Distanz, so muss die Dichte der Atmosphäre in demselben Verhältniss abnehmen; aus diesem Grunde sagt man, dass die Luftschichten um so weniger dicht werden, als sie vom Erdmittelpunct oder der Erdoberfläche weiter entfernt sind. Dieser Umstand führt zu dem Begriffe, nach welchem die Dichte der Körper oder im allgemeinen die Dichte, das Gewicht oder die Schwere der Materie mit der auf sie einwirkenden Attraction zugleich wächst oder abnimmt.

Die Geschwindigkeit ist eine Kraft, welche sich mittheilt, die Erde in Rotation reisst demnach die Atmosphäre mit sich, welche dann ihre Umdrehung mitmacht. Die Erde aber oder irgend ein Punct ihrer Oberfläche kann keine grössere Geschwindigkeit mittheilen, als die, welche sie selbst besitzt; die Atmosphäre muss demnach dieselbe Geschwindigkeit haben, welche die von ihr berührte Erdoberfläche hat. Hier erscheinen wichtige, ja schwierige Fragen. Die schwebende Materie lehnt sich auf die Erde, sie stützt sich auf ihre Oberfläche, sie ist mit dieser in steter Berührung. Die Bewegung wird somit vor allem der unmittelbar die Erde berührenden Schichte mitgetheilt, welche Dimension hat diese zuerst der Wirkung ausgesetzte Schichte? Ueber diese hinaus kann die Rotationsgeschwindigkeit keinen Effect mehr hervorbringen, sie muss ihre Rolle der schon in Bewegung gebrachten Schichte überlassen. Stellt man sich unter „Schichten“ gleichartig die Erde umgebende Molecule der Luft vor, so entwirft man sich ein Bild, nach welchem die Erdgeschwindigkeit von einer Schichte der nächstfolgenden mitgetheilt wird und setzt somit ein allgemeines Mitreissen der Luftmasse voraus. Aus dieser Anschauung geht aber nicht hervor, dass die höheren Schichten eine grössere Geschwindigkeit erhalten, denn wir haben vorausgesetzt, dass eine Schichte der anderen nur ihre eigene Geschwindigkeit mittheilen kann.

Die äusserst leichte Mobilität der elastischen Luft und ihre untergeordneten Bewegungen, welche nach allen Richtungen und mit verschiedenen Geschwindigkeiten vorgehen, lassen nicht zu, dass ein durch die Rotation hervorgebrachter normaler Zustand bestehe und man hat kein Mittel zu constatiren, in welcher Höhe die Wirkung derselben noch besteht oder aufhört. Würde die Luftmasse einfach die Fortsetzung des Erdsphäroids, ihre Vergrösserung sein, so müsste sich die Geschwindigkeit in den höheren Schichten auch vergrössern, da aber die Luftschichten von einander augenscheinlich in dem Sinne unabhängig sind, als sie durch nichts, nicht einmal durch die Cohäsion mit einander zusammenhängen und

Digitized by Google

sich partiell bewegen, so kann die ihnen mitgetheilte Bewegung die Rotationsgeschwindigkeit mit der Höhe nicht vermehren. Die Totalität der Luftmasse ist einzig und allein durch die Erdanziehung zusammengehalten und auch figurirt, und kein Zweifel kann obwalten, dass ihre Rotationsgeschwindigkeit vom Aequator an bis zu den Polen jener der Erdparallelen entspricht, dass aber diese Geschwindigkeit mit der Entfernung von der Erdoberfläche eben so wächst, wie wir dies für einen verlängerten Radius und seine Puncte angenommen haben, das ist nicht nachweisbar. Die constante Einwirkung der Attraction sucht auch den dynamischen Normalzustand der Atmosphäre zu erhalten, ebenso trachtet sie das Gleichgewicht überall herzustellen; in Folge der Anziehung wird somit die Atmosphäre die Figur der Erde annehmen und die Dichten in ihrer Masse werden der Anziehung proportionell vertheilt sein. Die Rotation ihrerseits sucht eine verhältnissmässig gleichförmige Bewegung der Massen herzustellen, welche jener der Erdpuncte entspricht. Würden nun keine anderen Einflüsse da sein, so könnte die Atmosphäre den beiden Kräften (Anziehung und Rotation) Genüge leisten.

Man findet in manchen Büchern die Bemerkung, dass zwischen der Erdoberfläche und der Luft eine beständige Reibung statt hat, welche in der Länge auf die Rotationsdauer einen Einfluss ausüben kann. Diese Art Anschauung ist aber eine offenbare Begriffsverwirrung, denn, ist die Atmosphäre der Erde anhängend, ein ihr zugehöriger Bestandtheil, so muss sie wohl an ihren Bewegungen Theil nehmen, sie kann sich nicht immobil machen um so ein widerstehendes Mittel zu werden, woraus dann folgt, dass eine Reibung nicht existiren kann. Nennt man die Einwirkung der Winde und die durch sie hervorgebrachte Bewegung der Luft eine wirkliche Reibung, so muss man zugleich erkennen, dass diese nach allen Richtungen vorgehen kann und somit weder mit der Rotationsbewegung im Zusammenhang ist, noch auf diese einen Einfluss ausüben könne. Man weiss, dass diese — man könnte sagen anormale — Bewegung der Luft, Winde genannt, ihrer Ausdehnung durch die Wärme zuzuschreiben ist, die Ausdehnung kann ohne Versetzung der Massen oder Schichten nicht stattfinden, hiedurch kommen aber Schichten von verschiedenen Rotationsgeschwindigkeiten in Berührung, ja sie werden vermengt und ihre Resultante ist der Wind.

[14.] Die Wirkung der Rotation auf den andern mobilen Theil der Erde, auf ihre Wässer spricht sich deutlicher aus. Das Wasser ist sichtbar, seine Dichte beträchtlich, das Wasser ist 773 mal schwerer als die Luft.

Die grossen Erdwässer können die den geographischen Puncten entsprechenden Rotationsgeschwindigkeiten haben, nichts hindert sie daran. Die Wirkung der Rotation einer Sphäre — was man nie vergessen sollte — ist, dass alle die mobilen Theile ihrer Oberfläche sich dem Aequator zu nähern, höher und höher zu steigen und so den höchsten Punct zu

erreichen streben, um an der vergrösserten Geschwindigkeit Theil zu nehmen. Auch diese ist eine jener Naturnothwendigkeiten, welche von unserer *Meinung* unabhängig sind und nur erkannt sein wollen.

Um zu ihren analytischen Resultaten zu gelangen, haben die Geometer vorausgesetzt, dass die Erde mit Wasser gänzlich überdeckt ist, nur auf diese Art kann man den Effect der Sonnen- und Mondesanziehung calculiren. Setzen auch wir voraus, die Erde sei ganz mit Wasser bedeckt. Die dem Aequator nächsten Massen häufen sich an, die folgenden nehmen ihre Stelle ein und so fort; dies ist die fortgesetzte — permanente — Abplattung, es ist das beständige Erheben des Aequators und wenn wir uns noch vorstellen, dass diese so sich erhebenden Wassermassen alsogleich zu Eis, mithin fest frieren, so wird der beständig sich mehr und mehr erhebende Aequator bald alle Erdwässer ansammeln. Das Wasser aber bleibt am Aequator flüssig, es bleibt somit auf der Aequatorserhöhung nur jene Quantität Wassers, welche der Rotationsgeschwindigkeit entspricht, der Ueberfluss fliesst wieder ab; es ist somit ein beständiges Zu- und Abfliessen da, welches die Rotation allein hervorbringt. Ist die Erde ganz mit Wasser bedeckt, so ist — die Fische ausgenommen — niemand da, um die Fluthen zu beobachten; setzen wir somit voraus, dass um den Aequator herum, in einer Ausdehnung von 30 bis 40 Graden, kein Festland ist und die Wässer frei circuliren können. Die angehäuften Massen werden stets der Rotation folgen, ihr Ueberschuss wird an beiden Seiten des Aequators wieder abfliessen; Ebbe und Fluth erzeugen sich zugleich und ihre Wirkung kann von den Bewohnern der Küstenländer beobachtet werden; die Erscheinungen werden sich den verschiedenen Erdpuncten verschieden zeigen. So wie die Configuration der Erde wirklich ist, enthalten die Aequatorialtheile derselben in der That grosse Wassermassen, diese sind aber durch zwei Continente unterbrochen, diese soliden Erhöhungen hindern den ganz regelmässigen Ab- und Zufluss der Wässer, hieraus folgen die grösseren und kleineren Fluthen, die Localumstände etc. Die „Neigung" der Wässer gegen den Aequator muss wohl auf der Erde eine allgemeine sein; eine aufmerksame Beobachtung der vom grossen Ocean entfernten Massen, der isolirten Meere und Seen kann zu der Ueberzeugung führen, dass die Wässer überall jener Impulsion folgen, welche ihnen die Rotation mittheilt; alle Massen suchen demnach sich dem Aequator zu nähern und diese „Neigung" muss sich durch jene Veränderungen beurkunden, welche an den dem Aequator näher liegenden Ufern dieser Massen wahrnehmbar sind.

Die Erdanziehung kann keine andere Wirkung auf die Erdwässer ausüben, als sie stets im Niveau zu erhalten trachten, sie zur Ruhe zu bestimmen; sie kann den Effect der Rotation weder hindern noch aufheben, denn die Bewegung, welche die Rotation in den Wässern hervorbringt, ist eben der Beweis, dass hier die Kraft der Anziehung übertroffen ist.

Digitized by Google

Die Erdbewegung ist, wie wir gesehen haben, von der Attraction unabhängig, jene der Erde — durch ihre Masse repräsentirt — muss wohl selbst an der Translation Theil nehmen, die Rotation mitmachen. Was die Anziehung der Sonne und des Mondes auf die Erdwässer anbelangt, so scheint es uns, dass diese etwas anderes zu thun haben, als sich um den Wasserwulst des Aequators zu kümmern. Die Action dieser beiden Weltkörper auf die Meere oder überhaupt einzelne Theile der Erde kann man sich einbilden, ja man kann sie expliciren und demonstriren, begreifen aber nicht.

Spricht man von der Erdbewegung und von ihrer Wirkung auf die sich bewegenden oder mobilen Körper, so versteht man immer nur die Rotation, ohne jemals an die Translation zu denken, deren Geschwindigkeit bei 76mal grösser ist. Dass diese ausserordentliche Geschwindigkeit — mit welcher der grösste Umfang der Erde in 21 Minuten beschrieben ist — sich auf irgend eine Art beurkunden müsse, daran kann man wohl nicht zweifeln; und erkennt man den Einfluss der Rotation, so muss man wohl auch jenen der Translation zugeben. Noch kennt man kein Phänomen, noch hat man kein Experiment gemacht, noch keine Maschine construirt, welche diese Geschwindigkeit und ihren Effect beweisen: es ist möglich, dass für uns, die wir nur grossartige, erstaunliche Dinge suchen, diese Phänomene der Translationsgeschwindigkeit unbemerkt bleiben. Wahrscheinlich ist es jedoch, dass die stündlichen Variationen des Barometers — am deutlichsten wahrnehmbar am Aequator — den Einfluss der Translation auf die Atmosphäre andeuten; dieses Phänomen wird fleissig einregistrirt aber nicht verstanden. Es kann sein, dass dieser hier berührte Effect problematisch ist, um so viel mehr Grund, denselben mit Aufmerksamkeit zu prüfen. Der Einfluss dieser Geschwindigkeit auf die mobilen Theile der Erde muss unausweichlich, er muss eine Nothwendigkeit sein, denn es ist unmöglich, dass er ohne Effect sei; da wir Erdbewohner jedoch diese Geschwindigkeit mit Allem, was zur Erde gehört, also auch mit dem Monde zugleich mitmachen, so ist es evident, dass wir ihren Effect schwer constatiren können; es ist aber gleichfalls evident, dass, wenn fallende oder in der Verticalebene sich bewegende Körper durch ihre Abweichung gegen Ost den Einfluss einer Kraft beurkunden, man viel mehr Grund hat, diesen Einfluss eher der Translation als der Rotation zuzuschreiben. Nimmt man an, dass diese beiden Bewegungen derselben Richtung jede andere — untergeordnete — Bewegung in ihrem Sinne regeln, so gelangt man zu der Idee einer einzigen universalen Direction — der sogenannten orientalen — nach welcher sich das Sonnensystem bewegt und von welcher kein Theil der Materie abweichen kann. Wenn somit auf der Erdoberfläche ein Körper sich einige Zeit nach einer andern Richtung bewegt, so wird er doch bald zu dieser Normalen zurückgeführt.

Wir sind der Meinung, dass die atmosphärischen und die Wasserfluthen — dassselbe in dem einen Falle sichtbare in dem andern unsichtbare Phänomen — nichts anderes sein können, als die unausweichliche Folge der beiden combinirten Bewegungen, und dies um so mehr, als die an das Phänomen gebundene Zeit, deren Bestimmung so wesentlich ist in Bezug auf jene Puncte des Continentes, an welchen die Fluthen beobachtet werden, selbst durch die beiden Bewegungen gegeben ist. Ausschliesslich irdisches Phänomen, können die Fluthen durchaus nicht von himmlischen oder ausserirdischen Kräften abhängen; sie können mit den combinirten Kräften oder mit den gegenseitigen Einflüssen der Himmelskörper nichts gemein haben, müssen somit als Object irdischer Untersuchungen oder vielmehr Studien verbleiben. Ein zugängliches, vor unseren Augen täglich erzeugtes Phänomen, wie jenes der Wasserfluthen ist, kann durch die genauen Beobachtungen allein zur rationellen Auffassung seines Wesens geführt werden, ohne dass man nöthig hätte, zu Ansichten seine Zuflucht zu nehmen, welche uns aus dem Bereiche der Erde in uns unbekannte Regionen führen. Es ist begreiflich, dass, wenn man sich von der Idee des Sonnen- und Mondeseinflusses — auf die mobilen Theile der Erde — befreit, man seine ganze Aufmerksamkeit dem Phänomen selbst zuwenden und endlich alle mit ihm verbundenen Umstände constatiren kann. Kommt man aber auch auf diesem Wege zu keinem sicheren Resultate, dann ist es ganz gleich, an welche Hypothese immer man sich wendet.

[15.] Man hat den Gebrauch angenommen, in den Büchern zu erzählen, welch üble Folgen eine zu grosse Rotationsgeschwindigkeit nach sich ziehen würde; dass z. B. durch eine 17malige Geschwindigkeit alle mobilen, freien oder auch nur lockeren Theile der Erde von ihr weit hinweg in den Weltraum geschleudert würden. Die gelehrten Autoren scheinen zu vergessen, dass hier nur von jenen Erdtheilen die Rede sein könnte, welche der 17fachen Geschwindigkeit wirklich ausgesetzt sind, denn an den Polen z. B. wird diese Geschwindigkeit 17mal Null bleiben, die Körper demnach nicht in den Weltraum schleudern.

Dass der Gedanke auch hier — wie dies bei der astronomischen Theorie so oft der Fall ist — durch die Imagination überflügelt wird, scheint manifest zu sein. In Verbindung mit dieser Ansicht ist die in einen Lehrsatz gekleidete Meinung, dass die Centrifugalkraft die Centralaction (die Centripetalkraft) schwächt, übertrifft, aufhebt, vernichtet: da aber nach dem Gesetze der hohen Geometrie die Centrifugalkraft genau gleich der Centralanziehung ist, so zeigt sich hier entweder ein greller Widerspruch, oder es gibt mehrere Gattungen von Centrifugalkraft, von denen eine z. B. durch die Axendrehung, eine andere durch die Circulation erzeugt wird.

Digitized by Google

Wir haben gesehen, dass die Planeten ihre Centrifugalkraft, alias tangentielle Geschwindigkeit schon ursprünglich mit sich gebracht haben, was die Theorie manchmal auch zugibt, denn sie erkennt, dass diese Weltkörper durch eine primitive Impulsion in Bewegung versetzt wurden; dies hindert die Theorie jedoch durchaus nicht zu behaupten, dass die Planetenbewegungen durch die Sonnenanziehung producirt sind, und die Planetencirculation so zu betrachten, als würden diese Körper in einer vom Sonnencentrum geschwungenen Schleuder stecken.

J. Herschel sagt in seiner Astronomie: „Würde eine vom Erdmittelpuncte bis an ihre Oberfläche reichende Schleuder geschwungen, ohne dass der Faden (Strang) reisst, so würde der geschleuderte Körper um die Erde kreisen; seine Umlaufszeit ist, nachdem die Dimensionen der Erde bekannt sind, = 1ʰ23′22″ und sein Gewicht ist genau balancirt durch seine Centrifugalkraft."

Diese Schleuderzeit ist zufällig $^1/_{17\cdot3}$ der Rotationsdauer, woraus dann ersichtlich ist, dass, wenn die Erdkörper von ihrer Oberfläche in den Weltraum geschleudert werden, ihr Faden nothwendigerweise reissen muss; da aber das Gewicht des Körpers durch seine Centrifugalkraft balancirt ist, kann der Faden nicht reissen, woraus dann wieder folgt, dass der Körper nicht in den Weltraum geschleudert wird, sondern dass er um die Erde circulirt. Aus dieser stupenden Anschauung geht hervor, dass hier das Gewicht des Körpers, die Schwere, d. h. die Centralanziehung der gesammten Erdmasse repräsentirt. Die Frage ist nun, wird die Attraction durch die wachsende Centrifugalkraft wirklich aufgehoben, annullirt, oder wächst die Attraction zugleich mit der Centrifugalkraft? Werden die Körper durch eine schnellere Rotation in den Weltraum geschleudert, so hat die Centrifugalkraft offenbar die Oberhand; in diesem Falle aber ist die Wirkung der Attraction bedeutend limitirt, eingeschränkt, sie reicht gar nicht weit und das Quadratgesetz kommt in Gefahr.

Nach dem trivialen Begriff des *Wegschleuderns* könnte mit einer 17fachen Rotationsgeschwindigkeit auf der Erdoberfläche nur das sich erhalten, was als solide zur Erdmasse gehörige Materie durch die Cohäsion festgehalten ist, von Thieren etc. ist keine Rede. Die Rotationsgeschwindigkeit Saturns ist 20·5mal, jene des Jupiter 27mal grösser als die der Erde: auf diesen zwei Planeten kann sich somit nichts Bewegliches vorfinden. Die gelehrten Autoren werden vielleicht erlauben, dass nur jene Körper weggeschleudert werden, die in der nächsten Nähe der grossen Geschwindigkeit, also am Aequator sich befinden, sie werden vielleicht auch zugeben, dass die Weltkörper auch mit einer Translationsgeschwindigkeit versehen sind: würde nun die Erdrotation 17mal schneller sein, so würde diese von der Translationsgeschwindigkeit noch immer nahe viermal übertroffen werden; wenn nun Rotation und Translation in

derselben Richtung vorgehen, wohin sollen die Körper — welche ja selbst schon die Translationsgeschwindigkeit haben — geschleudert werden? Vergisst man diese Dinge nicht, so muss man sich vorstellen, dass die weggeschleuderten Körper sich wohl von der Oberfläche der Erde entfernen — so weit nämlich als die Attraction es zulässt — nicht aber im Weltraume sich verlieren, sondern mit den Planeten fortbewegen und um dieselben circuliren.

Wie würde z. B. eine vergrösserte Rotationsgeschwindigkeit auf die Erdwässer einwirken? Der Effect ist der Kraft proportional, er ist Gegenstand des Calculs; stellen wir uns eine graduelle Zunahme der bewegenden Kraft vor. Der Wasserwulst am Aequator wird immer grösser, er erhebt sich höher und höher, und bald können die Schiffe den Aequator nicht mehr passiren: die Wässer ergiessen sich über die Continente; dann tritt der Zustand ein, dass die aufgethürmten Wassermassen nicht mehr abfliessen; später werden sich die Massen hoch in die Lüfte erheben, stets aber mit der Erde in 24 Stunden einmal umdrehen, bei einer noch grösseren Geschwindigkeit endlich sich von der Erde gänzlich trennen und gleich dem Ringe des Saturn um die Erde kreisen.

So mag sich Saturn von seinen Wässern entledigt, so mögen sich seine Ringe gebildet haben. Liest man Alles das mit Aufmerksamkeit, was die Beobachtungen über Saturn und seine Ringe sagen, so wird man diese Idee über ihre Entstehung nicht unbedingt verwerfen. Merkwürdig ist unter andern eine Beobachtung Herschel's, nach welcher Saturn selbst an seinem Aequator abgeplattet ist. Deutet dieser Umstand nicht dahin, dass auf dem Saturn jenes Element fehlt, welches die Sphäroidicität, die kugelige Abrundung bildet? Saturn zeigt eine unregelmässig Figur, seine Asperitäten — Tiefen und Erhöhungen — sind wahrnehmbar. So würde die Erde ohne Wässer aussehen!

Die Ringe Saturns sind sehr breit aber wenig dick, sie umgeben den Aequator des Planeten und ihre Rotationsdauer ist dieselbe, die Wässer haben sich von ihrer Oberfläche getrennt; die Cohäsion ist aufgehoben, nicht aber die Attraction; die Entfernung der Ringe ist proportional jener Kraft, welche die Trennung hervorbrachte, die Theile Saturns sind nicht in den Weltraum geschleudert. Es ist bemerkenswerth, dass selbst die Ringe sich trennen, es scheint somit, dass die Wirkung fortdauert, die Ringe können sich mehr und mehr ausdehnen, schmälern und sich vervielfältigen.

Wollen wir die Analogie zwischen dem Saturn und der Erde näher betrachten und fragen, ob mit einer 17- oder mehrfachen Rotationsgeschwindigkeit die Erdwässer sich in Ringe umgestalten, so entsteht die Frage, ob diese Bildung mit der Erdatmosphäre vereinbar ist? Es ist einleuchtend, dass die in den Lüften sich bewegenden Wässer mit diesen sich vermengen und gleichsam den feinsten Wasserstaub bilden würden;

die bewegliche Atmosphäre führt diesen Staub mit sich, der dann auf die andern Erdtheile — geringerer Geschwindigkeit — wieder als Wasser niederfällt. In der Hypothese der Ringe liegt somit die Bedingung, dass auf Saturn keine Atmosphäre ist.

|16.| Was soll man sagen, wenn man in den Büchern liest: „Eine „Ausdehnung, die das Fünffache des Erdhalbmessers überstiege, könnte „die Atmosphäre überdies noch aus andern Gründen nicht haben; hier „wäre nämlich der Umschwung, den die Erdrotation veranlasst, so stark, „dass die jene Höhe überschreitende Luftmasse von der Erde hinwegge„schleudert und in den Weltraum zerstreut werden würde.“ Aus diesem correcten Texte geht hervor, dass die Rotationsgeschwindigkeit der Luft mit ihrer Höhe positiv zunimmt, als würde die elastische, so leicht bewegliche Luft fest an die Erde gefesselt sein, und dass schon bei einer fünffachen Geschwindigkeit auf der Erde keine Atmosphäre bestehen könnte, denn sie würde in den Weltraum geschleudert und dort erst verstreut werden.

Wir haben bereits erwähnt, dass mit dem Studium, oder classisch gesagt, „mit den Untersuchungen und Bestimmungen über die Natur der Atmosphäre“ die Astronomen sich nicht befassen, und dass folglich Alles das, was sie darüber in ihren Werken sagen, aus den Büchern über Physik einfach herausgeschrieben ist: dass aber auch die Physik selbst von der Atmosphäre so viel als *nichts* weiss, das bemerken die gelehrten Astronomen nicht. Es wird erzählt, in den Schulen gelehrt, dass die Luft die Erde von allen Seiten *drückt*, dass sie eine eminent elastische Flüssigkeit ist, die sich bis auf ein Hundertel ihres Volums zusammendrücken lässt, dass sie sich in das Unendliche ausdehnt und jeden Raum stets ausfüllt, dass, wenn sie sich nicht in das Unendliche ausdehnt, um den ganzen Weltraum zu füllen, sie daran durch zwei Umstände gehindert wird, „die „Schwere der Luft, obgleich sie im Zustande ihrer mittleren Dichtigkeit „an der Erdoberfläche nur ein 800tel der Schwere des Wassers zeigt, „bewirkt eine grössere Annäherung der Massen zur Erde als ausserdem „stattfinden würde, und die in den höheren Regionen herrschende grosse „Kälte (die von den Jahreszeiten der Erde ganz unabhängig ist) verdich„tet ebenfalls die Luft und verengt ihre oberen Gränzen etc.“ Es wird ausdrücklich gesagt, dass die tieferen Luftschichten nothwendig dichter sind, da sie von den höher liegenden grösseren Luftmassen Druck empfinden, und üben in gleichem Maasse „verstärkteren“ Druck auf die noch tiefer liegenden aus. Den stärksten Druck empfindet also die Erdoberfläche selbst und die auf ihr befindlichen Körper etc. Was soll man nun aus diesem Abracadabra machen, wo ein jeder Satz allen übrigen widerspricht, wird so Etwas Kenntniss und Wissen genannt? Drückt die Luft die Erde von allen Seiten, so wird sie den Druck nicht aufgeben, welche immer die Rotationsgeschwindigkeit ist; ist ihr Druck auf die

Digitized by Google

Erdoberfläche der grösste, so ist auch ihre Schwere hier die grösste, wie kommt sie auf der Erdoberfläche zu ihrer „mittleren Dichtigkeit?“ Ist sie elastisch, so wird sie sich bis auf ein Hundertel ihres Volums durch die Rotation geduldig zusammendrücken lassen, dabei aber fortfahren die Erde zu drücken; hat sie aber die Neigung, Räume auszufüllen, so hätte sie die Erde schon längst verlassen, längst schon hätte sie selbe zu drücken aufgehört; diese Neigung aber hat die Luft nicht, denn ihre Schwere, ihr Gewicht ist dagegen, so wie die grosse Kälte empfindlich — also auch drückend — auf sie einwirkt. Wir sehen, dass bei dieser Geschichte die Erdanziehung gar nichts zu thun hat, und dass die Atmosphäre macht was sie will. Ueberhaupt ist es theoretische Sitte, die Attraction dort, wo sie wirklich ist, gar nicht zu bemerken, ganz deutlich aber zu sehen, wo sie nicht ist.

Wie wird aber die Aequatorsgeschwindigkeit sich benehmen, um diese elastische, sich stets bewegende Luft in den Weltraum zu schleudern? Dies ist nicht so leicht zu bewerkstelligen als ein gelehrter Astronom glaubt. Die Luft lässt sich zusammendrücken und auch verschieben, sie wird somit dem zu schnellen Aequator ein Lebewohl sagen und sich weiter gegen die Pole wenden, die gar nicht laufen und auch weniger warm sind. Da ihre Translationsgeschwindigkeit weder ihr geraubt noch verändert werden kann, so ist es begreiflich, dass sie fortfahren wird, die Erde zu drücken und mit ihr zugleich um den fixen Sonnenmittelpunct in der geschlossenen Ellipse zu kreisen.

Ob alle Planeten mit einer Atmosphäre versehen sind, das weiss man noch nicht ganz genau; dass der Erdmond keine hat, ergibt sich als wahrscheinlich. Es fragt sich: ist die Atmosphäre ein inhärenter Theil der Erde, ein ursprünglich zugehöriger Theil ihrer Materie, oder ist sie später durch unbekannte Umstände in ihren Besitz gelangt? Man hat schon die Meinung ausgesprochen, dass die Atmosphäre im Weltraume zerstreut vorkommt und von den Planeten nach und nach aufgeklaubt wird; es ist wahrscheinlich, dass sie entweder aus Ethèr sich condensirt, oder aus dem Stoffe, den die Cometen — nach Laplace — mit ihren Schweifen zugleich in den Welträumen zerstreuen; ist dies der Fall, so müssen wohl alle Wandelsterne, folglich auch der Mond sich mit einer solchen elastischen Hülle, einer Art Waterproof versehen können, wenigstens ist es nicht prima vista einzusehen, was sie daran hindert. Ist diese Luftart wirklich im Raume zerstreut und hat sie die Neigung, Alles auszufüllen, so wird sie hoffentlich mit dem beliebten, für die Cometen so gefährlichen Ethèr gleichlautend sein; ist sie aber eine *schwere* Materie, hat sie die angeborne Neigung, zu drücken, so wird sie sich an den ersten besten druckbaren Weltkörper anschmiegen, sonst aber gleich einem Nebel sich condensiren und ballen, sich ihren Schwerpunct machen und als Weltkörper, der allgemeinen Gravitation gemäss, an irgend eine Sonne

Digitized by Google

sich anschliessend, circuliren. Wie auf eine atmosphärische Weltkugel oder z. B. auf einen durchsichtigen Cometen die ursprüngliche Impulsion angebracht werden muss, um sie in eine Rotation und Translation zu versetzen, das ist ein Geheimniss, denn die Nebelmasse war schon lange bevor, als Laplace aus ihr das Sonnensystem herausconsolidirte, mit beiden Bewegungen versehen; Centrifugal-, Tangential-, Central-, Schwer- und andere Kräfte, so wie der gespannte Faden, die Kepler'schen Ellipsen und Flächen etc., Alles war schon auf das schönste geordnet; die Planeten mit ihren Monden durften nur einer nach dem andern von der Nebelmasse weg- und abfallen, um fix und fertig den Gesetzen zu gehorchen, bis die brillante Sonne im Mittelpuncte des Nebels allein fest sitzen blieb.

So wie wir die Atmosphäre kennen gelernt haben, scheint es, dass sie sich zu der Rolle des sich condensirenden Nebels nicht bequemen würde, auch ist es nicht wahrscheinlich, dass der ursprüngliche Stoss auf die Atmosphäre gerichtet war, denn dies würde ein veritabler Luftstoss gewesen sein; nachdem aber die Erde als Revolutionssphäroid nur dadurch entstehen konnte, weil sie ursprünglich im flüssigen Zustande war, so scheint es doch wieder, dass durch einen Wasserstoss sowohl Rotation als Translation hervorzubringen sind, denn die Erde ist effectiv mit beiden versehen; es müsste nur sein, dass sie, um sich recht bald zu consolidiren und abzuhärten, in eine cylindrische Wäschtrocknungsmaschine gelegt wurde, bei welcher Gelegenheit sie zugleich ihre Centrifugalkraft erhalten hat.

DIE ANZIEHENDE KRAFT DER ERDE.

[1.] Die Notionen über die der Materie inwohnende Kraft, über die Attraction gründen sich auf einige auf der Erdoberfläche beobachtete und theilweise durch Experimente hervorgerufene Phänomene. Es ist somit die Erdanziehung die als Maasseinheit dient, und aus welcher die Gesetze der Universalanziehung abgeleitet sind.

Ueberträgt man auf den Himmel, wendet man auf seine Mechanik jene Notionen an, welche man aus Phänomenen schöpft, die um uns vorgehen, die durch die Theile derselben Materie, desselben Körpers und unter Umständen und Bedingungen erzeugt werden, denen die Erde selbst unterworfen ist, so schliesst man aus der Analogie; dies ist somit weder ein Wissen noch ein Kennen, es ist die Wahrscheinlichkeit zu setzen, es ist das Suchen zu errathen. Daraus aber, dass man oft richtig erräth, folgt nicht, dass dies immer der Fall sein müsse.

Sagen wir im Allgemeinen, dass der Mensch nie dahin gelangen wird noch kann, die Himmelsmechanik zu kennen, verstehen oder selbst

Digitized by Google

zu begreifen, so schliesst dies nicht aus, dass er dennoch trachten könne und auch solle, sich seiner intellectuellen Kraft nach darüber einige, auf die Himmelserscheinungen stützende Ideen zu sammeln. Der Himmel fordert die Suppression des Gedankens nicht; bleibt uns aber kein anderer Weg als jener der Analogie, so haben wir uns an die aus den Thatsachen abgeleiteten Notionen zu halten, und genügen diese zur Erklärung der Himmelsphänomene nicht, so müssen wir uns von den Explicationen enthalten und — andere Analogien suchen.

Das besondere Studium über die Erdanziehung ist in den positiven Wissenschaften nicht eingeführt; sie enthalten darüber nur zufällige Bemerkungen, zerstreute, unzusammenhängende Begriffe, die sich durch Unbestimmtheit, Ungewissheit und Zweifel characterisiren, während andererseits ein blindes Anhängen an die aufgestellten Gesetze jede vernünftige Discussion ausschliesst.

Wir halten dafür, dass die physischen und mechanischen Studien mit den über die Erdanziehung zu machenden anzufangen hätten, indem sie in der That die einzige Basis der Elementarsätze dieser zwei Wissenschaften bildet. Die aus den bisherigen Notionen gezogenen Schlüsse reihen die anziehende Kraft zwischen den bewegenden Kräften, ohne dass diese wichtige Frage einer erschöpfenden Erwägung oder Prüfung jemals unterworfen worden wäre; wir haben somit zu betrachten, ob die bis auf unsere Tage verbreiteten Notionen über die Anziehung, mit dem Wesen oder Natur derselben übereinstimmen oder nicht, und ob sie sich vergleichen oder assimiliren lässt mit jenen physischen Kräften, deren Wirkung auf der Erdoberfläche mechanisch bekannt ist?

[2.] Ausgesetzt wie wir sind der constanten Action dieser inmensen Naturkraft, erleiden wir ihre Wirkung ohne von dieser ein klares Bewusstsein zu haben; es scheint uns der selbe anzeigende Sinn zu mangeln, da aber die aufmerksame Beobachtung mit Beihilfe des Denkens uns zur Erkenntniss ihres Daseins führt, so ist es auch möglich, dass der Mensch noch entdecken wird, dass er auch mit Sinnen versehen ist, durch welche er die grossen Naturkräfte fühlbar erkennt, Sinne etwas weniger roher Natur, als die Glieder der bekannten Pentarchie es sind.

Alles was sich auf der Erdoberfläche befindet, mobil oder nicht, bis auf das wachsende Gras, ist auf ihr senkrecht; alles richtet sich gegen den Mittelpunct der Erde; was fällt schlägt diese Richtung ein. Tausende von Phänomenen beweisen diese Tendenz der Materie, sich mit dem Erdcentrum zu vereinigen; es war somit natürlich, hieraus zu schliessen, dass die anziehende Kraft vorzugsweise in ihrem Mittelpuncte residirt. Jeder Körper, also jeder einzelne Theil der Erde für sich genommen, ist eine agglomerirte Materie; jede sich agglomerirende oder sich verdichtende Materie ist um ein Centrum gruppirt, welches der Schwerpunct des Körpers ist, der somit der Quantität der Materie proportionelle anziehende

Digitized by Google

Kraft enthält; man kann daher sagen, dass die grösste Masse eines Körpers, so wie auch dessen grösste Dichte sich um den Schwerpunct vereint.

Das Gleichgewicht oder überhaupt die Stabilität sind durch den Schwerpunct bedingt; damit der Körper auf der Erde, eine Masse der Materie, stabil oder im Gleichgewicht sei, ist die Bedingung, dass der durch seinen Schwerpunct gehende Erdhalbmesser, zugleich durch seinen Stützpunct gehe; ist dieser Bedingung nicht Genüge gethan, so kommt der Körper in Bewegung, er fällt und sucht selbst seinen Stützpunct, der dann in jener Linie liegt, welche seinen Schwerpunct mit dem Erdmittelpunct verbindet. Jeder Körper, der von einer Höhe fällt oder nach irgend einer Richtung geworfen ist, bewegt sich mit seinem Schwerpuncte voraus, um sich endlich gegen den Erdmittelpunct zu richten. Es war somit consequent zu schliessen, dass die Anziehung vom Centrum ausgehend auf das Centrum wirkt.

[3.] Wir haben bereits bemerkt, dass die Mechanik und die Physik eine unnütze Verwahrung gegen die Verwechslung der Worte „Schwere und Gewicht" einlegen; man wird ernstlich gewarnt diese zwei Dinge ja nicht zu verwechseln, da die Schwere eines Körpers ganz was anderes ist, als sein Gewicht, denn es gibt keine „specifische Schwere." Nachdem man hinlänglichen Lärm gemacht hat, erkennt man dass die Schwere das Gewicht ist, spricht aber als Resumé aus, dass die Schwere nichts anderes ist, als jene Kraft, welche den Fall der Körper verursacht!

Dies gleicht einer Mystification; wo wohnt, wo beherbergt sich die Schwere? So wie man von der Schwere des Mondes spricht — welche ihn in seiner Bahn erhält -- so spricht man auch von der Schwere des fallenden Steinstückes; ist sie im Stein diese Schwere, ist sie auf der Erde worauf er fällt, oder in Beiden? Man sollte in den Büchern dies deutlich, klar und verständlich darstellen; was ist nun die Schwere eines Körpers? Das Gold ist viel schwerer als der Schwamm, dies versteht Jedermann, die Idee des Volums tritt hinzu; das Eisen hat mehr Gewicht als die Feder, es wiegt mehr; dies ist weniger verständlich, denn ein Kilogramm Eisen wiegt eben so viel als ein Kilogramm Feder. Einen Körper wiegen heisst seine Masse comparativ bestimmen; das specifische Gewicht sagt demnach eben so viel als specifische Schwere, denn das *specifische* ist das *comparative*, das *relative*. Sucht man demnach das Gewicht eines Körpers im Vergleich zu der angenommenen Gewichtseinheit, so sucht man die Quantität seiner Materie, unabhängig von seinem Volum; legt man in die eine Schale der Wage einen sehr leichten, in die andere einen schweren Körper, so werden sie ins Gleichgewicht kommen, wenn sie dieselbe Quantität der Materie, dieselbe Masse haben; diese zwei Massen verschiedener Dichte sollen dieselbe attractive Kraft enthalten, folglich dieselbe Schwere haben. (Schwere ist = Gravität.) Sucht man die specifische Schwere oder Gewicht des Körpers, so will man den Rapport seiner Masse

Digitized by Google

zu seinem Volum bestimmen; man sucht seine Dichte. Im ersten Falle wird die Masse mit der Einheit des Gewichtes, z. B. mit dem Kilogramm, dem Pfunde etc., im zweiten mit dem Gewichte eines bestimmten Volums Wassers, also mit der Einheit der Dichte verglichen.

Die Worte oder Ausdrücke, Materie, Masse, Gewicht, Schwere, Gravität, Attraction und bei gleichem Volum auch Dichte, sind gleichbedeutend, sie sind gleichsam Synonyme. Ein Kilogramm Atmosphäre und ein Kilogramm Wasser auf das Volum eines Messingkilogrammes comprimirt oder zurückgeführt, werden in jeder Beziehung gleich und vereinigen alle die erwähnten Ausdrücke.

In den Büchern über Mechanik liest man unter andern: „Man soll „sich ja hüten die Worte Schwere und Gewicht zu verwechseln; das Wort „Schwere bezeichnet die allgemeine Ursache, welche den Körper auf die „Erdoberfläche fallen macht; dass Wort Gewicht bezeichnet die Wirkung, „welche von der Action dieser allgemeinen Ursache auf einen besonderen „Körper hervorgebracht wird.“ *)

Aus dieser merkwürdigen Definition folgt, dass das Gewicht eines Körpers der Effect oder das Product der Schwere ist. Wir werden später die Bedeutung dieser Worte aufsuchen. Derselbe gelehrte Autor sagt in seinem astronomischen Werke: „Die Kraft die den Körper fallen macht und welche *nichts anderes ist als sein Gewicht*, ist übrigens proportional der Masse des Körpers“ etc.; woraus dann wieder folgt dass Schwere = Gewicht ist. Wir sehen somit, dass das Wort Schwere zur Production der Klarheit in den Begriffen nicht viel beiträgt.

Bei diesen Begriffen ist man indessen nicht stehen geblieben, man fand sie noch nicht confus genug, denn man findet dass die Schwere sich das eine Mal in Raum, das andere Mal in Geschwindigkeit verwandelt.

Die astronomische Theorie bestimmt die Schwere auf der Oberfläche der Weltkörper, und diese Schwere besteht aus der Anzahl während einer Secunde durchlaufener Metres; diese Theorie lässt uns somit die Wahl zwischen Schwere und Anziehung, welche manchmal selbst schwer wird. Spricht ein Laplace von der Universalschwere, von der Schwere des Mondes „gegen die Erde“ etc., so ist man versucht vorauszusetzen, dass es sich um eine anziehende Kraft handelt, welche sich in den Himmelsräumen, vom Centrum auf das Centrum der Weltkörper äussert, und wenn die Theorie von der Schwere *auf* den Körpern spricht, muss man sich vorstellen, dass die Action von der Oberfläche ausgeht auf einen Körper, der selbst schon nahe an der Oberfläche liegt.

[4.] Wir haben gesehen, dass die Theorie nicht explicirt, worin der Unterschied zwischen Attraction und Schwere besteht? Sie hat ihre guten Gründe dazu, denn sie weiss es selbst nicht. Sucht sie die *Kraft*, welche

*) Ch. Delaunay, Mécanique, Paris 1862, p. 12.

Digitized by Google

den Mond in seiner Bahn erhält, so ist diese dieselbe Schwere der Erde, welche den Stein fallen macht, und eine Geschwindigkeit von 9·8088 Metres in der Secunde hervorbringt. Sucht sie die Schwere, welche die Erde in ihrer Bahn bewegen macht, so ist diese die gesammte Sonnenmasse welche 12500mal grösser als ihre Schwere ist. Die Erde wirkt somit auf den Mond mit ihrer Schwere = 1, und die Sonne wirkt auf die Erde mit ihrer Masse = 354936 Erdschweren. Diese ist die Logik der Theorie, deren nähere Bekanntschaft wir zu machen haben. Der scharfsinnige Autor, den wir bereits citirt haben, macht folgende wichtige Bemerkung: „da die Intensität der Schwere auf der Erde durch die Einheit repräsen„tirt ist, so würde jene die auf der Sonnenoberfläche existirt durch „354936 repräsentirt sein, *wenn der Sonnenhalbmesser gleich jenem der „Erde sein würde*; da aber der Sonnenradius 112mal grösser als der Erd„radius ist, so ist die durch die Sonne auf ihrer Oberfläche ausgeübte At„traction 12544mal geringer, als wenn ihr Radius gleich jenem der Erde „wäre (12544 ist das Quadrat von 112). Dividirt man 354936 durch 12544, „so findet man 28·30 als das Maass der Intensität der Schwere auf der „Sonnenoberfläche; diese Intensität ist mehr als 28mal grösser als jene „der Schwere auf der Erde."

Die Schwere hängt somit vom Radius ab! Aus diesen Dingen kann der Student nichts anderes herausbringen, als dass die Weltkörper einmal mit ihrer Schwere, das andere Mal mit ihrer Attraction auf einander einwirken, denn nirgends findet man definitiv ausgedrückt, dass die Schwere als Anziehung sich nicht auf die gegenseitige Attraction der Himmelskörper bezieht, sondern einzig und allein auf die Wirkung der Oberfläche der Sphäre, auf die fallenden oder sich bewegenden Theile derselben Oberfläche. Stellt die Theorie zwei Gattungen von Attraction auf, so sollte sie wohl den Unterschied zwischen ihnen angeben.

Verhält sich die Anziehung wie die Massen, so sollten sich die Schweren gleichfalls wie die Massen verhalten, woraus dann folgen würde, dass die Sonnenanziehung jene der Erde nur 28·3mal übertrifft, folglich auch ihre Masse nur um so viel Mal grösser ist; verhält sich endlich die Schwere der Sonne zu ihrer Masse wie 1 zu 12550, so muss sich die Erdschwere in demselben Verhältniss zu ihrer Masse verhalten. Alles dies ist jedoch nicht der Fall.

Der Leser wird fragen, welche Bedeutung, welchen Sinn soll der Satz haben, „würde der Sonnenhalbmesser gleich jenem der Erde sein, „so würde die Schwere auf der Sonne 354936mal grösser sein als auf der „Erde"? Dieser Satz sagt deutlich, „würde die Sonne das Volum der Erde haben, so würde ihre Materie 354936mal dichter sein als jene der Erde; in demselben Raum würde die Sonne eine 354936mal grössere Masse einschliessen! Der Satz enthält somit einen Unsinn. Wie aber sollte ein astronomischer Autor in diesem Falle sprechen? Er müsste sagen: „die

Digitized by Google

Totalattraction eines Weltkörpers residirt im Centrum, wo die Gesammtmasse als vereint angesehen wird, woraus folgt, dass die der Masse proportionale Anziehung nur im Mittelpuncte der Sonne in ihrer Totalität besteht; indem nach dem Gesetze Newton's die Attraction abnimmt, wie das Quadrat der Entfernung zunimmt, so ist es klar, dass die Attraction der Sonne mit dem Quadrate ihres Halbmessers schon abgenommen hat, wenn die Wirkung derselben sich auf ihrer Oberfläche äussert. Da nun der Sonnenhalbmesser 112mal grösser als jener der Erde ist, so beträgt die Entfernung der Sonnenoberfläche von ihrem Centrum 112 Erdhalbmesser; dividirt man durch das Quadrat dieser Zahl die Sonnenmasse — welche gleichfalls in Erdmassen ausgedrückt ist — so findet man, dass die Sonnenanziehung auf ihrer Oberfläche schon 12500mal geringer geworden ist als im Mittelpuncte."

Warum spricht der Autor nicht auf diese Art? Er hat seine guten Gründe dazu. Erstens würde der Student fragen, wie kommt es dass die Sonnenanziehung auf ihrer Oberfläche nur 28mal grösser als jene der Erde auf ihrer Oberfläche ist, während ihre Masse 354936 Erdmassen enthält? Zweitens würde der Student seinen Meister lehren, dass, wenn die Sonnenanziehung bis zu ihrer Oberfläche mit dem Quadrat ihres Halbmessers abnimmt, so muss die Erdanziehung auf ihrer Oberfläche gleichfalls mit dem Quadrate ihres Halbmessers abnehmen.

Was kann der Meister hierauf entgegnen? Dass die Theorie sich durch ihre Massen-, Grössen- und Schwereneinheit in eine Patsche versetzt hat? Der Erdhalbmesser ist die Distanzeinheit, die Erdmasse die Masseneinheit und die Erdschwere die Einheit der Anziehung! Alle diese Einheiten aber sind unbekannte Grössen wenn es sich um ihre Anwendung handelt, und alle mit ihnen gemachten Calculs haben keinen Werth. In Bezug auf die Erdschwere auf ihrer Oberfläche hätte man die Wahl, ihren Halbmesser in Meilen oder anderen Längenmaasseinheiten anzunehmen, wie aber ihre Masse ausdrücken, welche dann durch das Quadrat des Halbmessers zu dividiren kommt? Auch in Quadrat- oder Kubikmeilen oder Kubikmetern? Es ist somit ganz bequem Masse, Radius und Schwere als Einheiten zu belassen, woraus dann folgt, dass die Erdanziehung in ihrem Mittelpuncte eben so gross ist als an der Oberfläche und in der That wird es in den Büchern gelehrt, dass die Erde mit ihrer Gesammtmasse den fallenden Stein anzieht!

Die Theorie hat somit zwei Maasse und zwei Gewichte; die Erdmasse wirkt in- und auswendig mit gleicher Kraft, ihre Schwere ändert sich mit der Entfernung nicht, wo hingegen die Sonnenmasse auf der Oberfläche 12500mal geringer wird. Diese ist die logische Consequenz der Theorie.

[5.] Die aus den Beobachtungen der Phänomene gezogenen Schlüsse werden Principien oder Gesetze genannt. Das erste auf die Himmelsme-

chanik angewendete Gesetz ist, dass die Anziehung sich vom Centrum auf das Centrum der Körper ausübt, wenn sie Sphären sind. Es scheint dass dieses Gesetz an sich betrachtet ziemlich klar ist, denn es scheint zugleich auszudrücken, dass die Attraction von keinem andern Theile eines Körpers ausgeht und auf keinen andern Theil eines andern Körpers sich ausübt, sondern einzig und allein vom Centrum auf das Centrum. Um dieses Gesetz anders auszulegen muss man etwas Sophisma zu Hilfe nehmen und sagen, dass das Gesetz den Ausdruck „einzig und allein" nicht enthält. Die Geometer, Newton selbst an ihrer Spitze haben in der That sich der Sophisme bedient, indem sie erklärt haben, dass die Anziehung vom Centrum zum Centrum sich nur auf die Sphäre bezieht, denn nur in dieser ist der Mittelpunct zugleich der Sammelpunct der Masse und der Gesammtattraction; es war somit die Gelegenheit geboten auf den Schwerpunct zu übergehen, welcher in einer Nichtsphäre mit dem Mittelpunct nicht zusammenfällt; diese Versetzung der Attraction in den Schwerpunct hat Newton und seine Nachfolger nicht bewerkstelligt, haben aber entschieden, dass, wenn die Anziehung nicht direct vom Mittelpunct ausgeht, sie von welchem immer Theil des Körpers ausgehen, folglich auch auf welchen immer Theil eines anderen Körpers einwirken könne. Die zuerst in einem Puncte concentrirte Kraft wurde auf diese Art auf alle Theile des Körpers, ja unter seine Molecule vertheilt. Da nun die Weltkörper in der Regel abgeplattet, ja ganz unregelmässige, unförmliche Figuren sind, so folgt alsogleich, dass das erste Gesetz auf sie keine Anwendung findet, und dass welcher immer ihrer Theile anziehen und auch angezogen werden könne.

Ueber die gegenseitige, den Massen proportionale Anziehung hat Newton einen allgemeinen Begriff aufgestellt, er sagt „jedes Theilchen der Materie im Weltall ziehet jedes andere Theilchen mit einer Kraft an, welche dem anziehenden Theilchen direct, dem Quadrate seiner Entfernung umgekehrt proportional ist."

Die Elasticität des Satzes ist evident, und durch dessen Anwendung bewiesen. Um die Centralanziehung aufzustellen, hat man sich die Weltkörper als Sphären vorgestellt und gesagt, ihre Figur weicht so wenig von einer Sphäre ab, dass man ihre Abplattung oder ihre Unförmlichkeiten vernachlässigen kann; bald fand man aber, dass die vielen Störungen welche die Attraction hervorbringt, aus der Centralanziehung nicht erklärbar sind, und gab somit diese auf um sich auf die partielle und locale Attraction zu werfen, deren Sitz willkürlich ist. Darauf folgte die Theorie der Molecularanziehung der Materie desselben Körpers, wodurch die Attraction überall und zugleich nirgends ist.

Wir haben sattsam gesehen, wie die geometrisch-mechanische Astronomie entschied, dass der von der Centrifugalkraft erhöhte Erdäquator als ein besonderer Weltkörper zu betrachten ist, der unabhängig von der

Erde einmal auf den Mond einwirkt, um diesen zu zwei seiner zahllosen Ungleichheiten zu verleiten, dann aber seinerseits der Action der Sonne und des Mondes ausgesetzt ist, wobei diesen beiden Weltkörpern unbenommen bleibt, in gutem Einvernehmen vereint, oder nach Belieben auch separat auf den Wulst, auf die Atmosphäre oder auf die Wässer einzuwirken, ohne sich um die Erde selbst zu kümmern. Der Anziehungspunct ist somit versetzt, er ist mobil und kann sich in jedem Puncte der Oberfläche sowohl, als auch in dem Innern des Körpers befinden. Was ist nun aus der Analogie geworden? Kennt man auf der Erde Phänomene, oder hat man solche durch Experimente hervorgerufen, welche eine Separataction der Anziehung, eine partielle Anwendung der gegebenen Kraft auf diesen oder jenen Theil der Erdoberfläche beurkunden? Kann man sich rationell vorstellen, dass die von der Erde scheinbar getrennten Theile ihrer Materie eine besondere Anziehung ausüben, einer Separatanziehung ausgesetzt sind? Könnte man derlei Schlüsse nicht eher eine Excursion der Einbildung, als eine wissenschaftliche Promenade nennen?

Die zwei ersten Capitalgesetze der Attraction wurden somit schon bei ihrer Geburt erstickt. Die Weltkörper ziehen sich nicht central an, die Attraction ist nicht auf das Centrum des Körpers gerichtet, sie residirt nicht im Centrum, sie ist überall. Jedes Molecul kann exclusive für sich auf welch immer Molecul einwirken; alle Molecule haben volle Wahlfreiheit und sind von der Masse der Materie unabhängig. Die Weltkörper ziehen sich gegenseitig nicht mit ihrer Gesammtmasse, also nicht mit der Totalität ihrer Kraft an, Massen und ihre proportionelle Kräfte können sich vertheilen und stückweise besonders agiren, sie können sich nach Belieben decomponiren. Aus dieser completen Ideenverwirrung konnte nichts anderes hervorgehen, als dass man nicht mehr sagen kann, was eigentlich die Attraction ist und wo sie residirt? Es bleibt nur das Bewusstsein, dass die Naturkraft da, und der Materie inhärent ist. Was ihre Grösse, also Wirkung anbelangt, so muss diese wohl aus der Materie selbst hervorgehen, es bleibt somit nichts übrig als das Studium über die Natur der Materie; eine in der That grosse Aufgabe.

[6.] Es hat sich bis hieher herausgestellt, dass der Werth oder das Maass der Anziehung weder durch die Ausdehnung (Volum) der Materie, noch durch die Masse des Körpers repräsentirt ist. Beobachtungen und Versuche auf der Erdoberfläche führten den Begriff über die Schwere herbei und es könnte sich durch gründliche Studien erweisen, dass in der Wesenheit die Anziehung, die sogenannte Schwere ist; bei dieser Attraction aber ist der Dichte der Materie die grösste Rolle zugewiesen. Wir haben gesehen, welche Mittel dem Menschen zu Gebote stehen, um die Dichte eines Weltkörpers, der Erde z. B. annähernd und im Mittel angeben zu können, aus den ihm angewiesenen Grenzen kann des Sterblichen Geist nicht hinaustreten. Je mehr man sich mit dieser Frage beschäf-

tigt, je genauer man die Erscheinungeu betrachtet und studiert, desto mehr überzeugt man sich, dass die über die Attraction aufgestellten Notionen einer Correction bedürfen, oder mit anderen Worten, dass man von den bisher aufgestellten Gesetzen, ja von der totalen Theorie der Anziehung abstrahiren muss, um ein gründliches Studium über diese grösste Naturkraft beginnen zu können. In Folge unserer Betrachtungen werden wir die hohe Bedeutung der Dichte der Materie mehr erkennen, einstweilen können wir den Rapport bezeichnen, in welchem Volum, Masse und Dichte zu einander stehen, wie dieser aus den wissenschaftlichen Forschungen hervorgeht.

Die Weltkörper sind in Bezug auf diesen Rapport definitiv als Sphären betrachtet, ihr körperlicher Inhalt, ihr Volum verhält sich somit wie sich die Würfel ihrer Halbmesser verhalten; ihre Masse ist gleich ihrem Volum multiplicirt mit der Dichte ihrer Materie, woraus dann folgt, dass diese Dichte gleich ist ihrer Masse dividirt durch ihr Volum; wie die Schwere — die Anziehung an der Oberfläche — der Weltkörper aus ihrer Masse dividirt durch das Quadrat ihres Halbmessers hervorgehen soll, haben wir gesehen. Bezeichnen wir Dichte, Masse, Volum und Schwere, wie auch den Halbmesser mit ihren Anfangsbuchstaben D, M, V, S und r (Radius) so kommen folgende kurze Ausdrücke hervor:

$$V = r^3,\ M = VD = r^3D,\ D = \frac{M}{V} = \frac{M}{r^3},\ S = \frac{M}{r^2} = Dr.$$

Wenden wir diese Ausdrücke auf die Sonne an, deren Halbmesser = 112·06 Erdhalbmessern und die Dichte = 0·252 Erddichten angegeben wird, so ist

ihr Volum $V = (112{\cdot}06)^3 = 1{,}407187$ Erdvolums,
ihre Masse $M = 1{,}407187 \times 0{\cdot}252 = 354621$ Erdmassen,
die Schwere $S = 112{\cdot}06 \times 0{\cdot}252 = 28{\cdot}239$ Erdschweren.

Eigentlich hat man den numerischen Bestimmungen die Sonnenmasse von 354936 Erdmassen zu Grunde gelegt. Diese Zahl dividirt durch das Volum der Sonne gibt die Dichte ihrer Materie mit 0·25223 und die Masse dividirt durch das Quadrat des Halbmessers gibt die Schwere von 28·265. In den Büchern findet man hie und da von einander abweichende Zahlen; und obwohl sie insgesammt ohne Werth sind, so könnten sie dennoch als Resultate arithmetischer Operationen miteinander harmoniren. So sagt z. B. Dr. Mädler (p. 121), dass die Sonnenmasse „nach den neuesten Bestimmungen“ 355499mal grösser als die der Erde ist. Es scheint, dass in neuester Zeit die Sonne auf einer guten hydrostatischen Wage viel genauer als früher abgewogen wurde, denn die Sonnenmasse hat auf diese Art in der neuesten Zeit um 563 Erdmassen zugenommen: aus dieser Ursache musste der gelehrte Autor zugleich das Volum der Sonne um 2538 Erdvolums vergrössern, dieses ist nach ihm 1,409725; hieraus entsteht die Nothwendigkeit, dass der Würfel der Zahl 112·05 — welche den

Sonnenhalbmesser angibt, wie dies der gelehrte Autor richtig bemerkt — das Sonnenvolum von 1,409725 geben müsse. Für einen gewöhnlichen Sterblichen ist der Würfel der Zahl 112·05 = 1,406810, als um 2915 Erdvolums weniger. So beiläufig sieht es mit den exacten, untrüglichen Zahlen der astronomischen Theorie aus.

Als Product zwischen dem Halbmesser der Sphäre und der Dichte ihrer Materie repräsentirt die Schwere jene Kraft, mit welcher ein Weltkörper auf seine eigenen Theile und an seiner Oberfläche einwirkt, seien diese in Bewegung oder nicht. Nimmt man somit an, wie dies in der That Newton selbst gethan hat, dass die Weltkörper gegenseitig auf einander ebenso wie sie auf den auf ihrer Oberfläche fallenden Körper einwirken, so gibt es keine andere Anziehung als die sogenannte Schwere und die Anziehung wird nicht mehr der Masse proportional. Aus dem Phänomen des Falles und der Pendelbewegung resultirt keine andere Art der Attraction; diese geht in der Richtung des Halbmessers vor und scheint in der Realität sich wie die Dichte der Materie zu verhalten, ist aber die Materie in der ganzen Länge des Radius in Thätigkeit, nehmen alle in dieser Länge enthaltenen Molecule an der Action Theil, so kann man annehmen, dass die Action vom Mittelpuncte ausgeht; sagt man, dass dies nicht der Fall ist, so müsste man nachweisen können, bis zu welchem Puncte des Inneren der Materie oder des Körpers noch eine wirkende Anziehung besteht?

Wir wollen durch diese Betrachtungen andeuten, dass, wenn die attractive Kraft der Materie inhärent ist, diese in einer ununterbrochenen Action sein und zugleich als ein Ganzes, als die Einheit der Kraft sich äussern müsse, eine stückweise, eine partielle Action derselben Kraft ist ein — Unding. Sagen wir aber, dass diese Kraft — einer Sphäre oder welch immer Figur — nach allen Richtungen zugleich wirkt, so ist es natürlich, dass ein Weltkörper alle anderen anzieht, welche ihn umgeben, so wie die Erde auf allen Puncten ihrer Oberfläche, die in demselben Moment fallenden unzähligen Körper zugleich anzieht; da ferner ein Körper in der Richtung angezogen ist, in welcher er sich in Bezug auf die Oberfläche der Sphäre befindet, so folgt natürlich der Begriff, dass auf ihn nur jener Theil der Gesammtkraft als wirkend fällt, welcher sich nach dieser Richtung äussert. So gestellt, gelangt die Frage der Attraction zu einer annähernden Deutlichkeit, und es wird verständlich, dass eine Masse nicht mit ihrer Gesammtkraft auf eine andere Masse einwirken könne, sondern nur mit jenem Theile derselben, welcher auf diese gerichtet ist und zugleich der Grösse der angezogenen Masse entspricht. So stellen wir uns z. B. vor, dass die Erde nicht von dem Totallichte der Sonne beleuchtet ist, da sie ihre Strahlen nach allen Richtungen aussendet und alle andern um ihre Sphäre gruppirten Körper zugleich und auf dieselbe Art beleuchtet. Wollten wir nun die Proportionalität der Anziehung zu dem angezogenen Körper näher in Betrachtung ziehen, so

Digitized by Google

müssten wir natürlich das Volum und die Dichte desselben in Anschlag nehmen und sagen, dass die Grösse der anziehenden Kraft im Verhältniss der auf oder gegen den angezogenen Körper gerichteten Radien (Strahlen) ist etc.

Das Quadratgesetz, welches Newton als das wichtigste aller Gravitationsgesetze hielt, aber eben so wie die andern selbst umgeworfen hat, ist nicht von jenen Phänomenen abgeleitet, welche man in Beziehung auf die Erdattraction beobachten konnte oder noch heute beobachten kann. Dass die Kraft sich mit der Distanz schwächt, dass ihre Einwirkung auf einen Körper in dem Maasse des Quadrates seiner Entfernung abnimmt, ist ein Schluss aus der Analogie und hauptsächlich aus den Erscheinungen des Lichtes entlehnt. Wir haben bereits bemerkt, dass zwischen der Anziehung und dem Lichte keine Aehnlichkeit, keine Gleichartigkeit in den Wirkungen bemerkbar ist, und dass eine nähere Anschauung uns zu der Bemerkung führt, dass das Licht — als Naturkraft betrachtet — als eine sich nach allen Richtungen zerstreuende — dispersive Kraft erscheint, wohingegen die Attraction als eine sammelnde, collective Kraft betrachtet werden kann.

Sagen wir, dass beide Kräfte central, d. h. von Innen ausgehend nach Aussen wirken, so zeigt es sich bald, dass sie im Gegensatze sind; das Licht wirkt durch ein Anprellen, durch das Auffallen auf den zu beleuchtenden Gegenstand und breitet sich auf demselben aus, die Anziehung aber sucht die Körper nach Innen, gegen sich selbst, zu ihrem Ausgangspuncte zu führen. Im Vergleich zur Anziehung ist somit das Licht eine Abstossung, und in der That hat man zu allen Zeiten die repulsive Einwirkung des Lichtes gesucht. Wollte man die Aehnlichkeit der Einwirkung beider Kräfte aufrecht halten, so müsste man sich an die Vorstellung halten, dass die Attraction eben so wie das Licht die Sphäre halb umgibt, einhüllt und so die Hemisphäre eines Weltkörpers z. B. in allen ihren Puncten zugleich anzieht. Diese Vorstellung ändert weder die Quantität der Kraft noch ihre Wirkung, nur hat sie sich zerstreut anstatt auf einen Punct einzuwirken.

[7.] Es ist selbst von der Theorie anerkannt, dass die Hauptwirkung der Erdattraction darin besteht, dass sie die Stabilität, das Gleichgewicht unter allen Theilen des Weltkörpers zu erhalten, in ihrer Gesammtmaterie die Ruhe herzustellen sucht; dies heisst aber mit andern Worten, dass die Attraction jede Bewegung zu hemmen, aufzuheben trachtet, welche an irgend einem, selbst dem kleinsten Erdtheile, als von der eigenen Bewegung des Planeten unabhängig sich zeigt: oder die Anziehung macht jeder Bewegung ein Ende, welche nicht unmittelbar durch die constante Eigenbewegung der Erde selbst hervorgebracht ist. Dies wird in der Folge deutlich, und wir werden sehen, dass eine jede an der Erdoberfläche hervorgebrachte Bewegung — den Fall der Körper ausge-

Digitized by Google

nommen, welcher sich selbst hervorbringt — *gegen* die Anziehung gerichtet ist, das heisst die Kraft, welche die Bewegung der Körper hervorbringt, hat bereits die Attraction auf den Körper nicht aufgehoben aber übertroffen.

Die Theorie hat die natürliche Folge ihrer ersteren Erkenntniss nicht wahrgenommen, und die Fatalität wollte, dass sie durch die Aufstellung des Satzes: „die Attraction bringt Bewegung hervor, sie ist eine bewegende Kraft," mit sich selbst in einen bedauerlichen Widerspruch gerathe.

Die Erfahrung kann indessen als eine Thatsache constatiren, dass jede auf der Erdoberfläche nicht reproducirte (wiederholte) Bewegung, jede Geschwindigkeit sich unter der constanten Action der Anziehung graduell vermindert, bis sie gänzlich aufhört. Die stufenweise Abnahme der Geschwindigkeit ist der Gegensatz der Acceleration, es ist so zu sagen dieselbe Action in conträrem Sinne, in einer entgegengesetzten Richtung. Wird in den Büchern über Physik und Mechanik über diesen Gegenstand gesprochen, so ist die Ursache der Retardation nur in der Reibung und in dem Widerstand der Luft zu suchen; von der Hauptursache, von der Einwirkung der Attraction wird mit keiner Silbe erwähnt. Eben so macht es die astronomische Theorie: wo die Attraction wirklich und wahrnehmbar einwirkt, dort wird sie verläugnet, wo sie nicht nachweisbar ist als positiv angenommen. Dieselbe Bewandtniss hat es mit der Sonnenbewegung.

Die transcendentale Mechanik hat den Satz als Axiom aufgestellt, dass ein in den Raum geschleuderter oder durch einen Stoss in Bewegung versetzter Körper in das Unendliche fort und ewig mit derselben unveränderten Geschwindigkeit sich bewegt, wenn er nirgends einem Hindernisse begegnet. Die rationelle Mechanik sagt, dass z. B. eine in Bewegung versetzte Kugel auf einer glatten Ebene ohne Reibung ewig fortrollen würde etc. Aus diesen Sätzen ging die Idee des „Perpetuum mobile" hervor; würde die Mechanik einsehen, dass ihr Satz mit der Erdanziehung nicht vereinbar ist, so würde sie Niemanden verleiten, das Unmögliche zu suchen.

Damit auf der Erdoberfläche ein Körper in Bewegung versetzt werde, ist die erste unerlässliche Bedingung, dass die auf diesen Körper ausgeübte Action der Anziehung paralysirt werde, d. h. die bewegende Kraft muss die anziehende übertreffen. Es ist somit der Ueberschuss, die Resultante beider Kräfte, welche die Bewegung und die der Resultante proportionelle Geschwindigkeit hervorbringt — die übrigen Bedingungen sich gleich bleibend. Es ist selbstverständlich, dass die permanente Action der Anziehung nicht unterbrochen ist, ihre Wirkung äussert sich nun auf den bewegten Körper und der Effect ihrer Wirkung ist das endliche Aufhören der Bewegung; woraus dann folgt, dass die impulsive

Digitized by Google

Kraft durch die Attraction vernichtet wird. Wir sehen, dass in dem Ausdrucke „die Anziehung paralysiren, übertreffen, überwinden“ etc. die Masse des Körpers schon mitbegriffen ist, denn die der Masse proportionelle Anziehung setzt die der Masse proportionelle Kraft voraus; übertrifft diese die Anziehung nicht, so hält sie wohl der Attraction das Gleichgewicht, aber es findet keine Bewegung statt.

Erhält der Körper nur eine Impulsion, so nimmt seine Geschwindigkeit allmälig ab und die Bewegung hört nach einer gewissen Zeit auf, welche Zeit gleichfalls im Verhältniss der angewendeten Kraft bleibt. In der That weiss es Jedermann, dass, damit die Bewegung eines Körpers sich fortsetze, diese Bewegung, folglich auch die Impulsion erneuert werden müsse, es muss eine Kraft der andern zugefügt werden, die bewegenden Kraftquantitäten müssen auf einander folgen; das heisst der permanent wirkenden Attraction muss gleichfalls eine permanent wirkende Kraft entgegengesetzt werden, um eine gleichförmig dauernde Bewegung zu erhalten. Will man somit eine gleichförmige Geschwindigkeit hervorbringen, so muss man die constante Action derselben Kraft sichern. Der regelmässige Gang z. B. einer Uhr ist auf diese Art gesichert; was für eine Maschine gilt, gilt für alle.

Die angewandte Mechanik ist in Bezug auf diese Frage in einer merklichen Confusion. Sie glaubt, dass die constante Action derselben Kraft, dass die Accumulation gleicher Impulsionen nothwendigerweise eine accelerirte Geschwindigkeit hervorbringen müsse; sie schliesst aus dem Falle der Körper, sie setzt die Attraction gleich den andern — z. B. die Maschinen bewegenden — Kräften, daher muss sie sich irren. Würde ihr Schluss ein richtiger sein, so müssten eine Mühle, eine Uhr, ein Locomobil etc. mit einer stets beschleunigten Geschwindigkeit sich bewegen.

In den Himmel versetzt, auf seine Mechanik angewendet, haben die Begriffe, welche man sich über die Wirkung der Attraction gemacht hat, keinen Sinn: die Axiome der Mechanik werden unverständlich, da man weder von der Action der Kräfte, noch von der ursprünglichen Impulsion, noch von Widerständen etwas wissen kann Dass die Attraction eine Bewegung verursacht, scheint ausser Zweifel zu sein, hieraus folgt jedoch nicht, dass sie eine solche bewegende Kraft sei, wie man sich jene vorstellt, welche den Fall der Körper herbeiführt; denn erstens ist es nicht nachzuweisen, dass die Bewegungen der Weltkörper, wie es die Rotation und kreisende Translation sind, die Folgen der Anziehung seien, zweitens aber ist von einer Acceleration ihrer Geschwindigkeit keine Spur wahrzunehmen.

Es scheint uns, dass die Bewegung der Himmelskörper eine ewig dauernde ist, und alle Wahrscheinlichkeit ist vorhanden, dass, so lange es Körper im Weltraume gibt, so lange auch Bewegung da sein wird; da

Digitized by Google

nun die Materie unvergänglich ist, ist auch die allgemeine Bewegung der Weltkörper gesichert. Wo Materie ist, ist auch Anziehung, ist anziehende Kraft; wo diese ist, ist auch ihre Action: die Verkettung ist eine natürliche, und wir können uns nicht vorstellen, wie die Bewegung eines Himmelskörpers aufgehoben, vernichtet werden könnte; ein jeder hemmende Einfluss würde nicht eine neuere, veränderte Bewegung herbeiführen, sondern höchstens nur die Richtung derselben ändern.

Die Attraction wirkt somit ununterbrochen und überall, wo sie sich befindet; wir haben bei den Betrachtungen über das Sonnensystem gesehen, dass die Sonnenanziehung sich auf die Führung der zu ihr gehörigen Körper beschränkt, wodurch der Begriff der allgemeinen Anziehung auf die allgemeine gravitirende Bewegung geleitet wird: welcher aber der wirkliche Effect der Universalattraction auf die Totalität der Weltkörper ist, welchen Theil der allgemeinen Bewegung er erzeugt etc., diese Fragen scheinen sich an unsere Imagination zu richten.

FALL DER KÖRPER.

[8.] Der Fall der Körper auf der Erdoberfläche ist ein ganz exceptionelles, mit keinem andern vergleichbares, unnachahmliches Phänomen. Es handelt sich hier um die totale oder partielle Action der Erdmasse auf den fallenden Körper, es handelt sich um die Modification dieser Action, um die Veränderlichkeit der Anziehung nach der Höhe oder der Distanz desselben von der Erdoberfläche oder von ihrem Centrum.

Wie die Körper von den verschiedenen Höhen in der Wirklichkeit fallen, das ist nicht beobachtbar, selbst die kleinen Distanzen sind schon den directen Beobachtungen unzugänglich, und man muss sich an die kleinen Maschinen wenden, mit welchen man in seiner Stube experimentiren kann. Die Errichtung einer Art physikalischen Observatoriums, einer östlich gelegenen verticalen Fläche von ein paar Hundert Metres, auf welchem man das Wirken der Natur selbst beobachten könnte, scheint die Kräfte des Menschen weit zu überragen. Die Zeit der Pharaone ist abgelaufen; die Völker sind zu arm; die wissenschaftlichen Unternehmungen geben keine — Dividenden!

Es sind somit die mit den Maschinen gemachten Experimente, aus welchen jene Gesetze abgeleitet werden, die dem Himmel vorgeschrieben sind, denen die Weltkörper zu gehorchen haben, und der Leser wird uns geduldig folgen, nicht um die *Natur* des Falles der Körper — von der man nichts weiss — zu erlernen, sondern um dem Falle des Gedankens beizuwohnen, der sich bei dieser Frage ganz verständlich beurkundet.

Dieses an sich einfache Phänomen vereint jene fünf Elemente in sich, welche wir bereits betrachtet haben; nämlich die Zeit, den Raum,

Digitized by Google

die Materie, die Kraft und die Bewegung; es ist deutlich, dass unter diesen fünf Mächten nur eine einzige in Thätigkeit ist und dass die Uebrigen entweder von ihr in Anspruch genommen oder mit ihr in Verbindung gebracht werden. Es ist die Kraft, welche auf die Materie einwirkt, sich deren bemächtigt und so sich in die Bewegung verwandelt. Die Geschwindigkeit eines sich bewegenden Körpers, dessen Masse bekannt ist, zu bestimmen, heisst die Grösse der einwirkenden Kraft messen und diese mit dem Raum und der Zeit in Rapport bringen. Wir fragen hier, was haben diese Mächte mit jenen Zahlen gemein, welche der Mensch zu seinem Gebrauche sich erfunden hat? Was haben sie mit jenen Einheiten gemein, welche man in Bezug auf sie aufzustellen für gut fand?

Die isolirten, von einander getrennten Körper lassen sich abzählen; wie soll man aber die Totalität eines Objectes zählen, welches weder Anfang noch Ende hat, welches continuirlich ist und zwischen den unendlich grossen und den unendlich kleinen liegen kann? Die Einheit ist somit in Bezug auf diese Elemente willkürlich, die Willkür aber ist ihrer Natur nach von jeder Grösse, von jeder Quantität, von jeder Ausdehnung unabhängig.

In der That ist es absolut indifferent, ob die Einheit der Zeit ein Tausendtel einer Secunde oder ein Jahrhundert ist; ob die Einheit für den Raum ein Millimeter oder die Siriusdistanz ist; für einen Körper, ob die Einheit das Atom eines Moleculs oder die Sonne selbst ist; für die Kraft, ob sie jene eines Infusoriums oder des Wallfisches ist; für die Geschwindigkeit endlich, ob sie jene einer Schnecke oder der Schwerflüssigkeit ist, die, wie wir wissen, mindestens 100 Millionenmal die Lichtgeschwindigkeit übertrifft. Müsste man nicht alle diese Einheiten in Harmonie bringen, um ein „natürliches“ Resultat zu erhalten?

Um die Fallgesetze aufzustellen, wählte man zur Zeiteinheit die Secunde, den 86400sten Theil — es ist nicht klar ausgesprochen, der Rotationsdauer oder des Sterntages. Es scheint uns, dass die Mechanik die siderische Secunde meint; die Einheit des Linearraumes ist der Meter, der 40,000000ste Theil des Erdäquatorumfanges und zufällig fast gleich der Länge des Secundenpendels; als Einheit der Materie was immer, ein kleines Stück Stein oder Blei oder der Mond selbst leisten dieselben Dienste; als Einheit der Kraft die totale Erdanziehung, deren immense Action nicht gekannt sein kann, und welche auf den fallenden Körper in das Unendliche verschiedene Effecte und Geschwindigkeiten hervorbringt; unter diesen unendlich verschiedenen Geschwindigkeiten hat man als Einheit jene sich ausgewählt, welche durch den Fall während der ersten Secunde erzeugt ist; wir werden sogleich sehen, welche Undeutlichkeit in dieser Bestimmung herrscht, einstweilen können wir uns vorstellen, dass unter dieser Fallgeschwindigkeit während der ersten Secunde ein Körper verstanden ist, der unmittelbar an der Erdoberfläche

Digitized by Google

fällt, und indem diese Geschwindigkeit mit 4·9 Metres bezeichnet wird, der in einer Secunde auf die Erde fallende Körper genau von einer Höhe von 4·9 Metres fällt. Die Rotationsgeschwindigkeit der Erde ist in einer Hundertelsecunde nahe gleich 4·7 Metres.

[9.] Dass die Körper mit einer beständig wachsenden Geschwindigkeit fallen, daran ist nicht zu zweifeln; je grösser die Fallhöhe – Entfernung des Körpers von der Erdoberfläche — je länger die Falldauer, desto grösser wird die Geschwindigkeit. Der Regen, der Hagel zeigen schon auf den Unterschied der Geschwindigkeit, welche mit der Fallhöhe in Verbindung ist, und ein von einer bedeutenden Höhe fallender Meteorstein oder Aerolith wühlt sich tief in die Erde ein.

Sei es, dass man die Acceleration als eine gleichförmige oder als eine progressive betrachtet, so ist eine Constanz, eine Nichtunterbrechung der Zunahme in der Geschwindigkeit vorhanden, d. h. eine beschleunigte Geschwindigkeit kann in keinem Augenblick des Falles eine gleichförmige sein. Sagen wir z. B., dass ein durchlaufener Raum von einem Meter so viele verschiedene Geschwindigkeiten in sich enthält, als wir diesem Maasse Theile zuschreiben und wir nehmen Millimeter an, so enthält jener Raum tausend verschiedene Geschwindigkeiten, jede folgende grösser als die vorhergegangene, und theilen wir den Millimeter in tausend Theile, so enthält der Raummeter eine Million verschiedene, stets wachsende Geschwindigkeiten. Derselbe Umstand zeigt sich, wenn wir die Geschwindigkeit mit der Zeit in Rapport bringen. Für die beständige Acceleration ist die Secunde schon eine Ewigkeit, und man kann keinen so kleinen Theil der Zeit anweisen, während welcher die Geschwindigkeit ohne zuzunehmen dieselbe bliebe: in Bezug auf die Distanz, bei welcher der Fall beginnt, kommen wir zu demselben Resultat; es gibt nicht zwei noch so nahen Puncte im Raume, in welchem selbst die Anfangsgeschwindigkeit dieselbe bliebe, jeder Millimeter Unterschied in der Höhe gibt einen Unterschied der Geschwindigkeit.

Es ist somit ersichtlich, dass eine jede Fallhöhe, jede Falldauer, als auch jede Geschwindigkeit ein specieller Fall für sich ist, und dass man unmöglich sagen kann, welche in der Wirklichkeit die Einheit der Geschwindigkeit und folglich welcher der vom Körper durchlaufene Raum sei. Diese mit der Zeit in Rapport zu setzen bedeutet noch nichts; die Combination der Geschwindigkeit, des Raumes und der Zeit mit der Distanz des Fallanfanges von der Erdoberfläche lässt eine unendliche Menge von verschiedenen Werthen zu. Wenn man somit der einen Distanz vor der andern den Vorzug gibt und so die Geschwindigkeit des Falles während einer Secunde bestimmt, hat man nicht die Gesetze der Anziehung bewiesen, sondern gezeigt, wie man Gesetze macht.

[10.] Die drei Arten von Experimenten, mit der geneigten Ebene Galilei's, mit der Fallmaschine von Atwood und dem Apparate von Morin,

Digitized by Google

geben als Resultat, dass der fallende Körper in der ersten Secunde 0·16, in zwei Secunden 0·64 und während dreier Secunden 1·44 Metres durchläuft. Weiter ist man nicht gegangen, dies genügt, und die drei Zahlen sind die Quadrate der Zahlen 1, 2 und 3. Würde die Maschine länger sein, so ist es ersichtlich, dass man die Quadrate der folgenden Zahlen 4, 5, 6, 7 etc. finden würde; man muss somit das Gesetz aussprechen: „Ein unter der Action der Schwere frei fallender Körper, durchläuft von seinem Ausgangspuncte aus Räume, welche dem Quadrate der Zeiten proportional sind."

Die Acceleration ist somit in den Grenzen der Falldauer gegeben. Aus den Experimenten wird geschlossen, dass die Acceleration gleichförmig ist und dass die erhaltene, erworbene, zugewachsene oder vergrösserte Geschwindigkeit *nach* einer Secunde 32 Centimetres, nach zwei Secunden 64 Centimetres ist, woraus dann wieder das Gesetz folgt, „die unter der Action der Schwere vermehrte Geschwindigkeit ist proportional der Zeit, welche vom Anfang bis zum Ende des Falles verflossen ist, aus diesem Grunde nennt man den Fall der Körper und *jede Bewegung derselben Natur* eine gleichartig beschleunigte Bewegung." Ein drittes Gesetz will, „dass die erworbene Geschwindigkeit des fallenden Körpers nach einer Fallsecunde der doppelte Raum des in der ersten Secunde durchlaufenen sei."

Bemerken wir wohl „die erworbene Geschwindigkeit gleich dem doppelten Raume." Die Initialgeschwindigkeit, der während der ersten Secunde durchlaufene Raum ist in der Wirklichkeit nicht zu beobachten, um sie herauszufinden, muss man die *nach* der ersten Secunde zugewachsene Geschwindigkeit kennen, welche noch weniger zu beobachten ist: man kann aber die exacte Zahl, durch welche sie ausgedrückt wird, aus den kleinen Oscillationen des Pendels herausrechnen und diese Zahl ist — für einen einzigen Punct der Erdoberfläche — 9·8088 Metres. Aus dieser Zahl folgt unmittelbar, dass der Körper in der ersten Secunde die Hälfte derselben fallen muss.

Es wird nicht gesagt, dass der Körper von einer 4·9044 Metres Höhe in einer Secunde auf den Boden fällt, sondern man nimmt an, dass welch immer die Höhe des Falles sei, die Anfangsgeschwindigkeit in der ersten Secunde stets dieselbe ist. Bemerken wir — noch immer wohl — dass bei diesen Gesetzen man die Worte Geschwindigkeit und Raum als Synonyme nimmt. Wir lesen z. B. unter andern, „dass man im Allgemeinen sagen kann, dass die auf den fallenden Körper wirkende Schwere denselben während jeder Secunde um 4·9 Metres mehr durchlaufen lässt als wenn der Körper während dieser ganzen Secunde nur mit der im Anfang erhaltenen Geschwindigkeit sich bewegt hätte." Aus dieser Allgemeinheit folgen die Schlüsse: 1. Jeder Höhe entsprechen dieselben 4·9 zugewachsenen Metres per Secunde; 2. mit jeder folgenden Secunde fügt sich um eine

Digitized by Google

Geschwindigkeit mehr hinzu, und 3. dass die Geschwindigkeiten wachsen wie die natürlichen Zahlen, so wie die Zeiteinheit sich ansammelt mit den verflogenen Secunden.

Die Zahl 4·9 spielt eine grosse Rolle, sie wird selbst Gesetzgeberin; sie bestimmt die Totalaction der Erde auf die Masseneinheit, ihre Einwirkung auf den Mond, die Masse der Sonne etc., sie theilt unter den fallenden Körpern ihre, ihnen der Höhe nach zukommende Geschwindigkeit aus.

Aus den Gesetzen wird noch abgeleitet, „dass die Schwere auf den fallenden Körper beständig auf dieselbe Art einwirkt von welch immer Geschwindigkeit derselbe animirt sei.“ Diese Deduction ist um so mehr überraschend als „die Geschwindigkeit, mit welcher der Körper animirt ist,“ in unendlichen Variationen von derselben Schwere hervorgebracht ist, die stets auf dieselbe Art einwirkt. Es ist ausgesprochen, dass die Kraft gleich ist der Bewegung, welche sie dem Körper mittheilt, indem sie auf denselben während einer Secunde in derselben Richtung einwirkt. Die Gleichheit zwischen Kraft und Geschwindigkeit ist somit erkannt.

Die Art wie die Schwere die Bewegung hervorbringt, ist somit folgende: Der constante Factor von 4·9 Metres hängt jedem Gliede der Reihe, jeder Secunde an, zu ihm gesellt sich eine andere Constante, sein doppeltes Ich, mit jeder Secunde mit jedem folgenden Gliede der Reihe. Diese zweite Zahl von 9·8088 wird die Constante der „Schwerkraft“ genannt, sie repräsentirt die gleichförmige Acceleration. Es ist aus den Büchern nicht leicht herauszufinden, wie die Geschwindigkeit mit der Zeit wächst, man findet bei demselben Autor einmal „die zugenommene Geschwindigkeit während der ersten Secunde“ und dann wieder, *nach* der ersten Secunde. Dann stellt es sich heraus, dass die erste Constante der zweiten Platz machen muss, denn es werden — von einigen Astronomen — für die Himmelskörper 9·8088 Metres als Einheit der *Schwerkraft* angewiesen.

a) Der Körper fällt während der auf einander folgenden Secunden, jede Secunde für sich genommen, 1, 3, 5, 7, 9, 11 . . . . $(2n + 1)$ mal 4·9 Metres.

b) Von Anbeginn des Falles vergrössert sich die Geschwindigkeit mit den aufeinander folgenden Secunden, 2, 4, 6, 8, 10 . . . . $2n$mal 4·9 Metres.

c) Während 1, 2, 3, 4, 5 . . etc. Secunden, als Dauer des Falles genommen, durchlauft der Körper 1, 4, 9, 16, 25, 36 . . . . n^2mal 4·9 Metres.

Das Generalfallgesetz wird demnach im Lapidarstyl folgends ausgedrückt. „Die Geschwindigkeit wächst wie die Zeit und der Raum wächst wie das Quadrat der Zeit.“ (Laplace méc. céleste I. p. 25.)

Autoren, die sich der Deutlichkeit befleissen, sagen: „bei gleichbleibender *Schwerkraft* verhalten sich die Geschwindigkeiten direct wie die

Digitized by Google

Zeiten, und die ganzen Fallräume, von Anfang der Bewegung an gezählt, wie die Quadrate der Zeiten.“

Es werden nun Formeln gegeben, nach welchen Anfangs- und zugewachsene Geschwindigkeit, Fallhöhe und Fallzeit commode berechnet werden können, zu welchem Zweck? das wird nicht gesagt; unter diesen Formeln ist eine merkwürdige, sie gibt die Anfangsgeschwindigkeit des Falles nach der Höhe, woraus hervorgeht, dass die zwei Constanten variabel sind wie die Höhen.

[11.] Die characteristische Verwirrung, welche sich bei dieser Fallfrage manifestirt, kann dem Leser nicht entgehen, wir haben nach ihrer Ursache zu sehen.

Wenn in der Natur und in ihren Phänomenen etwas Constantes, Unveränderliches ist, so ist dies die directe und unwandelbare Proportionalität zwischen Bewegung (Geschwindigkeit) und Raum, sie ist wie wir bemerkt haben von der Zeit unabhängig.

Es ist ganz unbegreiflich wie z. B. eine grössere Geschwindigkeit einen kleineren Raum, und umgekehrt eine verminderte Geschwindigkeit einen vergrösserten Raum durchlaufen sollte? Jeder sich bewegende Körper durchlauft einen seiner Geschwindigkeit entsprechenden Raum, weder mehr noch weniger. Dasselbe Factum, dieselbe Nothwendigkeit ist, dass jeder Körper einen Raum einnehme, der gleich seinem Volum ist. Nach dem Geiste der Fallgesetze müsste man aber sagen, dass die durch die Körper eingenommenen Räume wie die Würfel wachsen, während die Volums der Körper wie die natürlichen Zahlen zunehmen. Um diese Thatsachen nicht zu erkennen, muss man ein ausserordentlicher Gelehrter sein.

Wenn nun die Autoren oder Professoren selbst sagen, dass Geschwindigkeit und Raum gleichbedeutend sind, wenn sie beide durch dasselbe Maass ausdrücken, so haben sie ja schon entschieden, dass die Geschwindigkeiten sich wie die durchlaufenen Räume verhalten, welche immer die Dauer der Bewegung ist, dass man folglich Raum für Geschwindigkeit und umgekehrt setzen kann.

Die Einheit der Geschwindigkeit ist zugleich die Einheit des Fallraumes, und nur einer unbegreiflichen Ideenverwirrung kann man zuschreiben, wenn Jemand nicht einsieht, dass Geschwindigkeiten und Fallräume mit einander zugleich wachsen, dass sie in einer unabänderlichen Verbindung sind. Wenn demnach der Raum wächst wie das Quadrat der Zeit, so muss wohl auch die Geschwindigkeit wie das Quadrat der Zeit, wachsen! Wie kömmt nun die Mechanik dazu, die Proportionalität zwischen der Zunahme der Geschwindigkeit und jener der Zeit aufzustellen, wie kann sie die Geschwindigkeit überhaupt mit der Zeit in Rapport bringen? Sie liess sich durch die Maschine zum Absurden verleiten, denn sie sagt nichts geringeres als dass „die Zeit wächst wie ihr Quadrat.“

Mit einiger Spitzfindigkeit könnte man sagen, die Verwirrung liegt in der Redaction des Gesetzes und dass man nicht die Zunahme der Geschwindigkeit selbst, sondern die Zunahme ihrer Acceleration verstehet; nach dem Muster dieser sublimen Distinction könnte man sagen, es ist nicht der Baum der wächst, sondern seine Aeste. Die Geschwindigkeit der Geschwindigkeit ist demnach ohne Zweifel im Wachsen, ja sie kann nach Belieben auch abnehmen, die Zeit aber kann weder wachsen noch abnehmen; sie ist die Constanz und auch die Consequenz selbst, unabänderlich und gegen Alles gleichgiltig fliesst sie dahin und ihre Momente, ihre Molecule, alle einander gleich, folgen auf und nach einander. Eben so wenig activ ist der Raum, er lässt die Körper walten und schalten nach ihrem Belieben, auch er wächst nicht und nimmt nicht ab; man kann so viel als man will von ihm occupiren, ohne dass er sich dagegen setzt; wenn demnach die eigensinnige Geschwindigkeit ihn durchläuft, so ist die Distanz, welche sie erreichen will, — ihre Sache.

Wie die Zeiteinheit die Secunde ist, so ist auch die Einheit der Geschwindigkeit der während der ersten Secunde durchlaufene Fallraum = 4·9 Metres, dies im Auge behaltend, können wir die Sachlage betrachten.

Die einfache Reihe der Einheiten ist 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1 etc. in das Unendliche fort. Alle Glieder sind sich gleich, es ist zwischen ihnen keine Differenz; so wie sich in dieser Reihe die Einheiten folgen, so folgen die Zeitmomente (Secunden) auf einander; es ist kein Wachsen und keine Abnahme da. Wächst demnach die Geschwindigkeit wie die Zeit, so wächst sie gar nicht, sie bleibt constant, sie ist eine gleichförmige.

Fügt man nach und nach eine Einheit der andern hinzu, so entsteht die Reihe der natürlichen Zahlen 1, 2, 3, 4, 5, 6 etc. in das Unendliche; diese Reihe ist somit durch die successive Addition der Einheiten entstanden; jedes Glied dieser Reihe repräsentirt die Anzahl der Einheiten. welche es enthält und zugleich die Nummer seines Platzes in der Reihe, darum heisst das Zählen „Numeriren.“ Jede folgende Nummer in der Reihe enthält um eine Einheit mehr als sein Vorgänger und die Differenz zwischen zwei Nachbargliedern ist immer die Einheit selbst. Sagt man nun, dass die Geschwindigkeit mit jeder Secunde um eine Einheit zunimmt, so wachsen die Geschwindigkeiten und Räume wie die natürlichen Zahlen.

Aber auch dies ist nicht der Fall, denn nach der Maschine nimmt die Geschwindigkeit mit jeder folgenden Secunde um zwei Einheiten zu, und repräsentirt somit die Reihe der ungeraden Zahlen 1, 3, 5, 7, 9, 11 etc. wo demnach die constante Differenz zweier Nachbarglieder = 2 ist. Wo ist nun fragen wir die Proportionalität zwischen Zeit und Geschwindigkeit?

Digitized by Google

Das Curiosum aber ist bei dieser an sich sonderbaren Geschichte, dass trotzdem diese doppelte Zunahme schon durch das Aufstellen der „Constante der Schwerkraft“ bedingt ist, man sich dennoch ereifert beweisen zu wollen, dass die gleichartige Acceleration darin besteht, dass mit jeder Secunde zur bereits stattfindenden Geschwindigkeit immer dieselbe Einheit von 4·9 Metres sich hinzufügt. Wir wollen dieses Curiosum citiren. Delaunay Méc. Paris 1862, p. 113, 114.

1. „In der ersten Secunde lässt die Schwere den Körper 4·9 Metres „durchlaufen. 2. In der zweiten Secunde würde er, wenn die Schwere zu „wirken aufhörte, in Folge seiner zugenommenen Geschwindigkeit zwei„mal 4·9 Metres durchlaufen; in der Realität aber durchläuft er drei„mal 4·9 Metres; folglich hat die Schwere, indem sie zu agiren fortfährt, „ihn um 4·9 Metres mehr durchlaufen lassen, als er ohnedies durch„gelaufen wäre.“

3. „In der dritten Secunde würde er, wenn die Schwere zu wirken „aufhörte 4mal 4·9 Metres in Folge seiner erworbenen Geschwindigkeit „durchgelaufen sein, aber er durchläuft in Realität fünfmal 4·9 Metres, „folglich hat die Schwere, indem sie zu agiren fortfährt, ihn während der „dritten Secunde um 4·9 Metres mehr Raum durchlaufen gemacht, als er „ohnedies durchgelaufen wäre und so weiter. Man kann somit im Allge„meinen sagen, dass die auf den fallenden Körper agirende Schwere „denselben während jeder Secunde um 4·9 Metres mehr beschreiben „macht, als wenn der Körper nur mit seiner, während der Secunde er„worbenen Geschwindigkeit sich bewegt hätte.“ Dann aber folgt die Enttäuschung.

„Am Ende einer jeden Secunde übertrifft die zugenommene Ge„schwindigkeit um 2mal 4·9 Metres jene, welche der Körper im Anfange „dieser Secunde besass; man kann somit abermals sagen, dass während „jeder Secunde, welche immer bereits die Geschwindigkeit des Körpers „sei, die Schwere demselben immerfort dieselbe Vergrösserung der Ge„schwindigkeit mittheilt.“

Die Proportionalität zwischen Geschwindigkeit und Zeit existirt somit nicht, und der falsche Begriff, den man sich darüber gemacht, gründet sich auf folgenden Umstand. Die Fallgeschwindigkeit beginnt mit Null, und nimmt ununterbrochen zu. Hat man durch Beobachtung, hier durch die Rechnung ersetzt, herausgebracht, dass der Körper während der ersten Secunde 4·9 Metres gefallen, so schliesst man daraus, dass seine mittlere Geschwindigkeit während dieser Falldauer 9·8 Metres ist und sagt, dass mit dem Ende der Secunde der Körper diese Geschwindigkeit schon hatte. Mit dem Beginne der zweiten Secunde fällt somit der Körper schon mit der vergrösserten Geschwindigkeit von 9·8 Metres, zu welcher sich während des Falles noch andere 4·9 gesellen, damit die Fallgeschwindigkeit der zweiten Secunde abermals im Mittel dreimal 4·9

werde etc., so wird z. B. die achte Secunde aus $2.8 + 1 = 17$ Einheiten der Geschwindigkeit zusammengesetzt, und der Körper wird während dieser Secunde 17mal 4·9 Metres Raum durchgelaufen sein.

Addirt man successive die Glieder der Reihe der ungeraden Zahlen, so erhält man die Reihe der Quadrate der natürlichen Zahlen; die Summe von welch immer Anzahl von Gliedern der ersteren Reihe ist somit eine Quadratzahl und repräsentirt sowohl die Summe der Geschwindigkeiten als auch jene der durchlaufenen Räume. So z. B. ist die Geschwindigkeit und Raumsumme während 100 Secunden $= 100^2 4{\cdot}9$ oder 10000mal 4·9 Metres, und ist die Fallhöhe 10000 Metres, so ist die Fallzeit die Quadratwurzel aus 10000, dividirt durch $4{\cdot}9 = 45{\cdot}2$ Secunden.

Diese Fallgesetze sagen demnach, dass die Constanten sich nicht unmittelbar auf die Erdoberfläche beziehen, sondern in allen Höhen dieselben sind. Welche immer die Fallhöhe sei, so ist die Geschwindigkeit in der ersten Secunde 4·9 und die constante Acceleration jeder folgenden Secunde 9·8 Metres. So würde z. B. ein Stein von einer Höhe von 25 Meilen — welche Entfernung nach den Büchern über Physik die Grenze der Atmosphäre ist — in 142″8 vom Monde, dessen Entfernung 60 Erdhalbmesser betragen soll, in 8836″4 also in 2 Stunden und 27 Minuten auf die Erde fallen.

Man könnte dem Satze nach diesen Umständen folgende Fassung geben:

In Folge der gleichartigen Beschleunigung der Fallgeschwindigkeit, welche mit dem Fallraum unter allen Verhältnissen gleich bleibt, verhalten sich die Fallgeschwindigkeit und Fallräume, welche immer die Fallhöhe sei, bei jeder Falldauer wie die Quadrate der Fallzeiten, diese letzteren in Secunden ausgedrückt.

| 12. | Aus den hier gegebenen Verhältnissen zwischen Fallzeit, Fallhöhe und den Constanten folgt nach den Formeln, dass die einer bestimmten Höhe entsprechende Acceleration gleich ist der Quadratwurzel aus der mit der doppelten Constante von 9·8088 multiplicirten Höhe, d. h. ist diese accelerirte Geschwindigkeit mit v, die Höhe mit h und die Constante von 9·8088 Metres mit g bezeichnet, so ist $v = \sqrt{2gh}$; setzt man $h = 1$, so ist $v = \sqrt{9{\cdot}6176} = 4{\cdot}42928$, welche Zahl gleichfalls als eine Constante erscheint, mit welcher die Quadratwurzel der Höhe zu multipliciren ist, um die der Fallhöhe entsprechende Acceleration zu finden.

Diese Formel stürzt alles das über den Haufen, was wir über den Fall der Körper bis hieher betrachtet haben, denn es folgt aus ihr, dass die Anfangsgeschwindigkeit oder die Falleinheit der ersten Secunde sich mit der Höhe ändert, wächst oder abnimmt; dass somit weder die erste noch die zweite Constante, also auch die „Constante der Schwerkraft“ keine Constanten sind.

Nach dieser Formel ist z. B., wenn der Körper von 100 Metres Höhe fällt, seine nach der ersten Secunde zugenommene Geschwindigkeit = 44·2918 Metres und er durchlauft in der ersten Secunde den Raum von 22·1459 Metres.

Ist die Fallhöhe 10000 Metres, so ist die Geschwindigkeit der ersten Secunde 221·459 und die „constante Acceleration" 442·918 Metres. Nach dieser Formel fällt demnach der Stein von der Höhe von 25 Meilen in 11″95 und seine zugenommene Geschwindigkeit nach der ersten Secunde ist + 1400·6 Metres, der Mond würde nicht mehr als 93″8 (Secunden) benöthigen, um auf die Erde zu fallen, da seine constante Acceleration schon über 20 Meilen wird und er in der ersten Secunde 43170 Metres fällt.

Ist die Fallzeit t gegeben, so ist nach dieser Formel die Geschwindigkeit der ersten Secunde $v = t^2 a$, wo a die alte Constante von 4·9044 und der Fallraum h während der Dauer t ist, $h = t^4 a$, woraus dann folgt: Fallzeit $t = \sqrt[4]{\frac{h}{a}} = \sqrt{\frac{v}{a}}$ und dass, nach dem eingeführten Styl, „die Geschwindigkeit wächst wie das Quadrat der Zeit und der Raum wie das Biquadrat der Zeit."

Wir haben uns bei diesen an sich leeren Gesetzen nur aus dem Grunde aufgehalten, weil die Theorie der Attraction aus dem Fall der Körper — wie dieser aus der Maschine und den Formeln hervorgeht — abgeleitet ist; wir haben aber hinlänglich gesehen, dass man durchaus nicht berechtigt ist, den Raum von 9·8088 Metres als Constante der Schwerkraft — wenn man schon durchaus eine *Schwerkraft* haben will — anzusehen, indem man nicht nachweisen kann, welcher Höhe, welcher Entfernung von der Erdoberfläche oder vom Erdcentrum diese Constante entspricht, da die Geschwindigkeit des Falles in jeder Höhe eine andere ist und dass diese Quantität der Acceleration einzig und allein jenem Körper entspricht, der von einer Höhe von 4·9 Metres fällt; da aber dieser Körper während einer Secunde bereits auf die Erde gefallen ist, so kann er von seiner beschleunigten Geschwindigkeit keinen Gebrauch machen.

Die Theorie selbst hat aufgestellt, dass die Fallräume während der ersten Secunde je nach den verschiedenen Erdpuncten verschieden sind, und die Körper am Aequator langsamer, an den Polen schneller fallen; wir werden über diesen Gegenstand beim Pendel zurückkommen, hier genüge es zu bemerken, dass, so wie alles das, was man über den Fall der Körper vorträgt, Theorie und keine Beobachtung ist, so ist auch diese Variation des Falles nach den Breitengraden nicht aus der Beobachtung entlehnt, sondern calculirt. Aus dem Umstande aber, dass selbst auf der Erdoberfläche die Constanten variabel sind, folgt von selbst, dass jede grössere Entfernung von der Erdoberfläche die Fallgeschwindigkeit ändern müsse, und dass man keinen Raum oder Entfernung angeben kann, in welchen die Fallgeschwindigkeit unter allen Umständen dieselbe wäre.

Nachdem die Theorie gewagt hat auszusprechen, dass „die Attraction Bewegung hervorbringt," so musste sie sich gefallen lassen, dass die hervorgebrachte Geschwindigkeit der Kraft proportional sei. Da sie herausgefunden hat, dass die „Constante der Schwerkraft" 9·8088 Metres ist, so findet sie es natürlich, dass die Totaleinwirkung der gesammten Erdmasse auf die „Einheit der Masse" durch diese Zahl ausgedrückt ist, dass somit die Erdanziehung diese Geschwindigkeit hervorbringt. Fällt ein Körper von einer Höhe oder Entfernung, welche gleich dem Erdhalbmesser ist mit der Initialgeschwindigkeit von 4·9044 und einer Acceleration von 9·8088 auf die Erde, so verwendet er hiezu 1140 Secunden und seine Geschwindigkeit in der letzten Secunde als er auf den Erdboden fällt ist = 11178 Metres also 2279 mal grösser als in der ersten. Fällt der Stein vom Monde herab, so ist seine Falldauer $1140 \times \sqrt{60}$ und seine Geschwindigkeit in der letzten Secunde 17672 mal grösser als in der ersten, sie ist = 86671 Metres. Fällt endlich der Stein von der Sonne herab, so ist seine Falldauer = $1140 \times \sqrt{24000}$ = 176729 Secunden und seine Geschwindigkeit in der letzten Secunde 353457 mal grösser als in der ersten, sie ist 433·4 Meilen. Alle diese Geschwindigkeiten hat die „Einheit der Schwere" hervorgebracht. Es ist bei diesen Zahlen bemerkenswerth, dass die Geschwindigkeit der letzten Secunde bei dem Falle von der Sonne nahezu der Sonnenmasse entspricht, welche mit 354621 Erdmassen angenommen ist.

Nun aber ist es entschieden, dass die Attraction abnimmt wie das Quadrat der Entfernung zunimmt, woraus dann von selbst folgt, dass die *Schwere* in jeder Entfernung einen anderen Effect, andere Geschwindigkeiten hervorbringt und somit die Constanten ändert. So wird z. B. in der Entfernung eines Erdhalbmessers die Anfangsgeschwindigkeit 2^2 mal, also 4 mal geringer sein als auf ihrer Oberfläche, sie wird = 4·9044 : 4 = 1·2261 Metres und die Acceleration 2·2522 Metres sein. In der Mondesferne ist sie $4{\cdot}9044 : 60^2$ = 1·362 und in der Sonnenferne $4{\cdot}9044 : 24400^2$ = 0·0000008515 Millimetres.

So wenig man auch das Phänomen des Falles der Körper kennt, so lehrt es uns dennoch, dass die Erdanziehung eine Kraft ist, die alle Theile der Erdmaterie, welche durch eine andere Kraft von ihrer Oberfläche entfernt werden, zurückzuführen strebt, um sie mit ihrer Masse wieder zu vereinigen. Es zeigt sich, dass je weiter man einen Körper von der Erdoberfläche entfernen will, man desto mehr Kraft dazu verwenden müsse, woraus folgt, dass die Action der Erdanziehung auf einen von ihrer Oberfläche entfernten Körper proportionell auch grösser sein muss. Es ist evident, dass der Fall inmitten einer Materie vorgeht, welche wir Atmosphäre nennen, daher muss man bei dieser Art Betrachtungen von jenen Körpern abstrahiren, welche leichter sind als die Luft. Die Erdanziehung kann demnach als eine collective Kraft betrachtet werden, welche die

Digitized by Google

Körper an sich zieht; eine solche Kraft kann aber keine impulsive sein, sie erzeugt die Bewegung im Allgemeinen nicht, auch kennt man ausser dem Fall der Körper keine andere Bewegung, welche man ihrem Einflusse zuschreiben könnte. Der Hauptcharacter des Falles aber ist, dass er seine Richtung gegen den Erdmittelpunct nimmt.

Der Fall geht somit mit einer beschleunigten Geschwindigkeit vor sich, deren Initialgrösse oder Menge um so grösser ist, als der fallende Körper sich von der Erdoberfläche ferner befindet; eben so wird die Acceleration um so grösser, als die Falldauer grösser ist. Jeder Körper fällt in der Verlängerung eines Erdradius; welche aber die Grenzen sind, in welchen diese Verhältnisse zwischen Geschwindigkeit, Zeit und Raum als constant betrachtet werden können, das ist eine andere Frage.

In dem Phänomen des Falles kann man nicht das geringste Zeichen, durchaus keine Analogie auffinden, wodurch man berechtigt wäre, im Sinne der Theorie auf die Universalgravitation, oder über die Bewegung der Himmelskörper Schlüsse zu ziehen; die Erdanziehung wirkt hier, so zu sagen zu Hause, auf die Theile ihrer eigenen Materie, ihre Action auf fremde, ausser ihr liegende Körper, kann aus dem Fall nicht abgeleitet werden.

|13.| Betrachten wir, wie Ideen und Begriffe sich mengen und kreuzen.

Es wird gesagt, „würde die Erde eine 2-, 3-, 4-, 5- . . . mal grössere Masse haben, so würden die Körper auf ihrer Oberfläche 2-, 3-, 4-, 5- . . . mal schneller fallen. Hätte demnach die Erde die Sonnenmasse, so würde der Körper in der ersten Secunde 1,740750 Metres oder 435·19 Meilen fallen und die Constante ihrer Schwerkraft würde 870·38 Meilen sein. Diese Vorstellung folgt aus jener, nach welcher die Attraction der Masse proportional ist, und da die Anziehung Bewegung hervorbringt, so muss wohl auch diese mit ihr in directem Verhältnisse sein. Frägt man nun, warum an der Sonnenoberfläche die Attraction nur mit 28 Erdmassen wirkt? so ist die Antwort: weil der Halbmesser der Sonne grösser ist. Fragt man weiter, wo und auf welchem Puncte ihrer Sphäre beurkundet die Sonne die ihrer Masse proportionelle Anziehung? so kann man wohl nichts anderes sagen, als dass „die Gesammtmasse einer Sphäre in ihrem Mittelpuncte vereinigt ist," folglich die Totalaction der Sonne von ihrem Centrum ausgehen muss; da ferner die Attraction abnimmt, wie das Quadrat der Distanz wächst, so ist es klar, dass die Sonnenanziehung auf ihrer Oberfläche mit dem Quadrate ihres Halbmessers abgenommen hat. Bei gleichen Dichten sind die Massen wie die Volums; hätte die Sonnenmaterie die Dichte der Erde, so würde die Anziehung auf ihrer Oberfläche 112·06mal grösser als aut der Erde sein; da aber ihre Dichte nur ein Viertel ist, so ist auch ihre Anziehung der vierte Theil. Es folgt somit

natürlich, dass die Anziehungen der Sphären auf ihrer Oberfläche sich verhalten wie ihre Radien, multiplicirt mit ihrer Dichte; woraus dann weiter folgt, dass die Anziehung auf der Oberfläche einer Sphäre gleich ist der Cubikwurzel ihres Volums, multiplicirt mit ihrer Dichte. Wir fragen, ist diese Argumentation correct? Die Massen der Weltkörper sind ja schon zur Normaldichte, zur Einheit der Dichte zurückgeführt, wozu noch sie vermindern? Bei gleichen Dichten sind Masse und Volum identisch und die Anziehung ist wie der Halbmesser der Sphäre; mit der Abnahme der Dichte nimmt die Masse, folglich auch das Volum ab, indem dieses auf die Einheit der Dichte zurückzuführen ist. Hätte die Erde mit Beibehaltung ihres Volums nur ein Viertel ihrer Dichte, so würde ihre Anziehung in der ersten Secunde die Fallgeschwindigkeit von 3·0876, und mit einer vierfachen Dichte 7·7853 hervorbringen. Es ist aus diesen Verhältnissen deutlich, dass die Anziehung auf der Erdoberfläche sich nicht wie die Masse, sondern wie die Cubikwurzel derselben verhält, indem sich die Volumeinheit nach der Masse richtet. Man kann ja in den Büchern lesen: „Legt man die Sonne in die eine Schale (der Wage), so muss man — um ihr das Gleichgewicht zu halten — 354936 Erdkugeln in die andere Schale legen.“ Diese Kugelanzahl repräsentirt aber das Volum, und wird aus ihr *eine* Kugel gemacht, so ist ihr Halbmesser = 70·852, woraus folgt, dass die *Schwere* auf der Sonne nicht 28, sondern 70 852 ist.

Die Theorie hat somit bei der Bestimmung der *Sonnenschwere* sich geirrt, sie hat gegen die Elementarnotionen entschieden.

Es wird in den Büchern ausdrücklich und wiederholt gesagt, dass die Erde mit ihrer Gesammtmasse, also mit ihrer Totalanziehung auf den fallenden Körper (Einheit der Masse) einwirkt; es ist angenommen, dass die Gesammtkraft der Erde sich auf ihrer Oberfläche äussert, was, wie dies aus dem Vorhergehenden sowohl, als auch aus den Experimenten mit dem Pendel hervorgeht, grundfalsch ist. Ist die Erdanziehung auf ihrer Oberfläche die Einheit, so wird die Grösse derselben in ihrem Mittelpuncte durch den Fall der Körper nicht angezeigt.

Die Theorie hat alle Verhältnisse der Erdsphäre — als Vergleichspunct — durch die Einheit bezeichnet. Halbmesser, Masse, Volum, Dichte, Schwere etc. sind Einheiten, woraus dann der absurde Satz folgt, dass der Halbmesser gleich dem Volum, das Volum gleich der Schwere etc. ist. Nach der Arithmetik ist es wohl wahr, dass die Zahl *Eins* in allen Potenzen und Wurzeln die Einheit verbleibt, die Geometrie aber sagt, dass dem Radius der Sphäre = 1, das Volum $\frac{4\pi}{3} = 4{\cdot}18879$ entspricht. Ist demnach der Erdradius die Einheit, so sind ihr Volum und ihre Masse = 4·18879, woraus man folgern müsste, dass die Körper in der ersten Secunde 20·544 Metres fallen. Dass die Erde nicht mit ihrer Totalmasse

oder Kraft auf die Körper ihrer Oberfläche einwirken kann und auch nicht einwirkt, stellt sich durch die Beobachtung der hieher gehörigen Erscheinungen klar heraus.

Die zunehmende Fallgeschwindigkeit und die Fallgesetze hat man mit dem Quadratgesetze der Attractionstheorie nicht in Verbindung gebracht, indem die Acceleration grösser ist als sie nach diesem Gesetz sein sollte: indem man nun zur Explication des Phänomens unter den wissenschaftlichen Notionen keinen Anhaltspunct fand, musste man sich auf Suppositionen verlegen. Man hat sich also eingebildet, dass die constante Action *derselben* Kraft eine accelerirte Bewegung hervorbringt, und nachdem man diese Einbildung als Lehrsatz aufstellte, musste man wider seinen Willen dessen Absurdität beweisen. Indem die Gelehrten über diesen Gegenstand unanim sind, so ist es gleich, welchen Autor immer wir citiren. Man liest z. B. in der pop. Astron. des Dr. J. H. Mädler (1861 p. 74):

„Vergleicht man mit dem Effect einer *fortwährend* wirkenden Kraft „den einer bloss *augenblicklich* wirksamen, z. B. eines Stosses, so wird „man auf wesentlich verschiedene Verhältnisse kommen. Sei die durch „den Stoss erhaltene Geschwindigkeit G, so wird sie in Folge des Behar„rungsvermögens des Körpers unverändert bleiben, bis etwa ein Wider„stand sie schwächt oder aufhebt, und die hervorgebrachte Bewegung wird innerhalb n Secunden $n\,G$ sein. Hier ist also die *Geschwindigkeit* „*constant*, und die *Bewegung der Zeit proportional*, während bei der fort„wirkenden Schwere die *Kraft constant*, die *Geschwindigkeit der Zeit* und „die *Bewegung* dem Quadrate der Zeit proportional ist."

Derlei Dinge werden geschrieben und oft auch gelesen, ohne dass man überlegt, was man geschrieben oder gelesen hat: mit einiger Reflexion müsste man finden, dass man nicht weiss, was man geschrieben, und dass das, was man gelesen, keinen Sinn hat.

Was ist eine augenblicklich wirkende Kraft? Eine Kraft, welche eine augenblickliche (momentane) Wirkung hervorbringt. Eine impulsive Kraft, ein Stoss kann keinen andern Effect auf einen Körper hervorbringen als dessen Bewegung; ist sie augenblicklich, so ist es die Bewegung auch. Was ist eine fortwährend wirkende Kraft? Eine Kraft, die eine fortwährende Bewegung hervorbringt. Indem nun der Stoss eine unverändert verbleibende, eine constante Geschwindigkeit hervorbringt, so folgt, dass die augenblicklich wirkende Kraft gleich der fortwährend wirkenden, daher zwischen beiden kein Unterschied ist. Wir haben bemerkt, dass die in einen Körper gelegte Kraft in demselben verbleibt, und übt sie da eine Wirkung aus, so ist diese eine ununterbrochene. Hat die impulsive Kraft den Körper in Bewegung versetzt, so hat sich die Kraft selbst in Bewegung verwandelt, sie bleibt und wirkt permanent. Wenn demnach die Mechanik erkennt, dass die durch einen Stoss hervorge-

Digitized by Google

brachte Bewegung gleichförmig ist und so lange währt, bis sie nicht aufgehoben wird, so hat sie auch erkannt, dass Kraft und Bewegung identisch sind; wird die eine geschwächt, hört die eine auf, so wird auch die andere zugleich mitgeschwächt oder aufgehoben: mit andern Worten, es ist ganz gleich, ob man hier Kraft oder Bewegung sagt, was für die eine gilt, gilt auch für die andere.

Nach den citirten Worten ist die fortdauernde Bewegung nicht das Werk der augenblicklich wirksamen Kraft, des Stosses, sondern die Folge des Beharrungsvermögens des Körpers. Was ist das Beharrungsvermögen eines Körpers? Die travestirte Inertie; hat man den inerten Körper weggestossen, so geht er ohne Rast und Ruhe fort und fort in alle Ewigkeit, ohne je stille zu stehen, bis ihn nicht irgend Etwas aufhält und ihn endlich zu seiner gewohnten Ruhe bringt. Die in ihn gelegte Kraft wirkt somit ununterbrochen fort, bis sie nicht durch eine andere, durch eine Gegenkraft geschwächt oder gänzlich vernichtet wird. Es scheint somit, dass der Körper auf Grund seines Beharrungsvermögens nicht langsamer gehen kann als er zu gehen angefangen hat, wenn er auf kein Hinderniss stösst; dass aber dieses Hinderniss selbst eine wirkende Kraft sein müsse, das lässt die Mechanik zu. Kann — in Folge seines Beharrungsvermögens — der Körper nicht langsamer, so kann er in Folge desselben Vermögens auch nicht schneller sich bewegen, wenn er nicht durch eine andere Kraft hiezu sollicitirt wird; die Mechanik lässt auch dieses zu, woraus sie den unausweichlichen Schluss ziehen muss, dass die Grösse der Bewegung gleich der Grösse der Kraft ist. Nennt man die Quantität oder Grösse der Bewegung Geschwindigkeit, so ist diese direct wie die angewendete Kraft. Dies ist nun eine jener Naturnothwendigkeiten, welche — wie wir gesehen haben — als eine unabänderliche Thatsache zu erkennen und so zu den Fundamentalnotionen der Wissenschaft zu zählen ist. Ist nun von einer ununterbrochen gleichförmigen Bewegung die Rede, welchen Sinn sollen die Worte haben „die Geschwindigkeit ist constant und die Bewegung der Zeit proportional?“ Ist die Geschwindigkeit constant, so muss wohl auch die Bewegung constant sein, nachdem die Geschwindigkeit die Bewegung selbst ist; ist die Bewegung der Zeit proportional, so ist es die Geschwindigkeit auch; da nun die Zeit ewig ist, so sind Geschwindigkeit und Bewegung constant wie die Zeit, also ewig sich gleich und fortdauernd. Der Effect der augenblicklich wirksamen Kraft somit ist, dass sie ununterbrochen, ewig gleich fortwirkt.

Dass der gelehrte Autor zwischen Bewegung und Geschwindigkeit einen Unterschied macht, ja diese als zwei verschiedene Dinge betrachtet, können wir — gelinde gesagt, — als eine *licentia poetica* betrachten.

Wie soll es nun die *fortwirkende Schwere* machen, um eine accelerirte Bewegung, eine stets wachsende Geschwindigkeit hervorzubringen, wenn sie als impulsive Kraft unverändert dieselbe bleibt? Das haben die

gelehrten Astronomen noch nicht herauscalculirt, obwohl sie das Unmögliche möglich zu machen wissen. Es wird erzählt: „die Schwere wirkt so auf den fallenden Körper, als würde man mit jeder Secunde eine gleich grosse Kraft der früheren, der bereits wirkenden zugesellen, welche dann auf den Körper vereint einwirken. Dies wird in vielen Büchern über Mechanik durch ein pittoreskes Beispiel auch elucidirt. Man nimmt nämlich ein leeres Fass und lässt es durch einen beigebrachten Faustschlag dahinrollen; es rollt mit einer dem beigebrachten Stoss proportionellen Geschwindigkeit vorwärts, versetzt man ihm einen zweiten gleich grossen Stoss, so verdoppelt sich seine Geschwindigkeit, folgen nun auf einander immer mehr und mehr gleiche Stösse, so wird seine Geschwindigkeit „constant accelerirt.“ etc. Dies nennt der Autor die „fortwirkende Action derselben Kraft!“ Dass die Kraft desselben Ursprunges ist, kann man Jedermann auf das Wort glauben, der gelehrte Mann aber bemerkt in seiner Unschuld nicht, dass er Kraft auf Kraft gehäuft, gleiche Quantitäten an einander gefügt hat. Eben so unschuldig sind die übrigen Gelehrten in Bezug auf die Fallgesetze; sie geben mit jeder Secunde die doppelte Quantität der Krafteinheit, der bereits wirkenden hinzu, sie machen die arithmetische Reihe der agglomerirten Kräfte, sagen aber dabei, dass stets nur dieselbe Kraft einwirkt! Eine naive Geschichte! In den aufeinander folgenden Secunden kommen 1, 3, 5, 7, 9 etc. einwirkenden Kräfte vor, sie erzeugen ihre proportionellen Geschwindigkeiten; die dem Reihengliede m entsprechende Geschwindigkeit ist $2m - 1$, und die Summe der m Glieder ist das Quadrat von m; die Gelehrten aber sagen „hier ist die Kraft constant, die Geschwindigkeit der Zeit und die Bewegung dem Quadrat der Zeit proportional.“

Wir haben gesehen, dass Kraft, Bewegung und deren Grösse, die Geschwindigkeit, eines und dasselbe ist, sie sind somit alle drei constant in ihrem Rapport; der citirte gelehrte Autor bedient sich des Wortes „Bewegung“ anstatt des Ausdruckes „durchlaufener Raum“ und er hat Recht, denn die Grösse des durchlaufenen Raumes ist gleich der Grösse der Bewegung, welche nun immer die Zeit sei; hieraus folgt aber, dass Kräfte, Geschwindigkeiten und durchlaufene Räume identisch, also alle drei dem Quadrate der Zahl, welche die Falldauer (in Secunden ausgedrückt) repräsentirt, proportional sind. Wenn die gelehrten Professoren vergessen zusammenzuzählen, wie viel Kräfte und Geschwindigkeiten sie verwendet haben, um das „Quadrat der Zeit“ heraus zu bringen, so liegt die Schuld wahrlich nicht in dem Fall der Körper. Der von einem Puncte (Körper) durchlaufene Raum ist unter allen Umständen das Product zwischen Geschwindigkeit und Zeit. Bei dem Fallgesetze, wo die Acceleration durch die Reihe der geraden Zahlen 2, 4, 6, 8, 10 .... repräsentirt ist, wird eine mittlere, eine Durchschnitts- oder gleichförmige Geschwindigkeit sich ergeben, welche gleich ist der in der Falldauer enthaltenen Se-

cundenzahl. Ist die Falldauer von n Secunden, so ist die Durchschnittsgeschwindigkeit — jeder Secunde — gleichfalls n, der Körper hat somit n mal n Geschwindigkeiten angesammelt und so den Raum von n^2 durchgelaufen. Es ist hieraus ersichtlich, dass der Raum aus der Summe der Geschwindigkeiten besteht. Aus diesen Bemerkungen folgt ganz einfach, dass, um eine accelerirte Geschwindigkeit hervorzubringen, eine ihr proportionelle Kraft nöthig ist, dass somit der fallende Körper nicht aus freiem Antrieb und ohne allen Grund seine Geschwindigkeit vermehren kann, denn auch er ist mit dem nöthigen Beharrungsvermögen versehen. Es muss somit während des Falles entweder die Erdanziehung zunehmen, oder der fallende Körper muss graduell *schwerer* werden; zwei Dinge, die abermals eines und dasselbe sind.

Aus dem Fall der Körper gingen die uns schon bekannten Ideen hervor. „Dieselbe Kraft, welche den Stein auf der Erdoberfläche fallen macht, erhält den Mond in seiner Bahn. So wie die Körper fallen, so fällt der Mond gegen die Erde.“ In der Bahn *erhalten*, vom Falle hindern und *fallen machen* sind aber zwei verschiedene Dinge. „Ist die Totalaction der Erdanziehung auf die Einheit der Masse durch jene Zahl ausgedrückt, welche die hervorgebrachte Fallgeschwindigkeit in der ersten Secunde vorstellt, so muss die Action auf den Mond 3600mal geringer sein, weil er 60 Erdhalbmesser entfernt ist, und weil die Attraction nach dem Quadratgesetz abnimmt. Die gelehrten Astronomen sind hier — ausnahmsweise — nicht unanim; der eine rechnet mit 4.9044 Metres als Grundzahl der hervorgebrachten Geschwindigkeit, der andere nimmt das Doppelte, weil dies die *Constante der Schwerkraft* ist. Für den einen fällt der Mond in der ersten Secunde 1·3623, für den andern 2·7246 Millimetres, wir haben gefunden, dass sie beide Recht haben. Was wird aber aus der Constante der Schwere in der Mondesferne, welche Acceleration wird die fortwährend wirksame Schwere hervorbringen, wann wird endlich der Mond auf die Erde fallen? Ist die Constante 2·7, 5·4 Millimetres, oder 9·8088 Metres? Sie muss variabel sein diese Constante, sie muss vom Monde angefangen bis zur Erdoberfläche 3600mal grösser werden. Uebrigens heisst es, dass die Körper selbst auf der Erdoberfläche mit verschiedenen Geschwindigkeiten fallen, dass sie speciell am Aequator langsamer fallen als an den Polen; woraus dann der neue Satz hervorgeht, dass je grösser die Anziehung (Kraft) desto kleiner ihre Wirkung. Aus den Experimenten wird so viel klar, dass es entweder keine *Constante der Schwerkraft* gibt, oder es gibt variable Constanten. Auch die Sonnenmasse wird durch den Fall der Körper *genau bestimmt*, denn die Fallgeschwindigkeit ist der Anziehung proportionell, sie nimmt zu oder ab wie das Quadrat der Entfernung ab- oder zunimmt, woraus abermals ein neuer Satz hervorgeht: die Geschwindigkeiten nämlich verhalten sich umgekehrt, wie die Quadrate der Entfernungen. Uebrigens ist die Sonnenmasse gleichfalls variabel, jede Stadt,

jede Sternwarte hat ihre eigene Sonnenmasse, dafür aber ist die Ideenverwirrung über Attraction in der Realität constant, sie ist invariabel.

Sehr kurzweilig ist es in einem astronomischen Buche zu lesen: „wenn der Körper auf einer wagrechten Ebene ruht, so kann natürlich „die *Schwerkraft* sich als *Attraction* nicht wirksam erweisen, befindet er „sich aber auf einer (platten) geneigten Ebene, so kann sie noch einen „Theil derjenigen Wirksamkeit ausüben, den sie beim freien Falle ge„habt hätte etc.“ Also wenn der Körper fest aufliegt oder schon niedergefallen ist, so kann er nicht mehr fallen, so kann auf ihn die Schwerkraft als Attraction nicht mehr wirken.

Könnte nicht vielleicht noch die Attractionskraft als Schwere wirken? Das Wasser strömt abwärts, so lange es auf einer geneigten Ebene ist, hat es die Horizontale erreicht, so ergiesst es sich und bleibt stehen. Liegt der Körper auf einem horizontalen Tisch, so rührt er sich nicht, neigt man den Tisch, so rollt er hinab. Liegt ein Steinstück auf einer horizontalen, von der Erdoberfläche entfernten Ebene aus nassem Fliesspapier, so bricht es durch und fällt zu Boden, öffnet sich die Erde unter ihm, so stürzt es sich in die Oeffnung. Diese Kleinigkeiten braucht ein mit dem Beharrungsvermögen wohl ausgerüsteter Gelehrter nicht zu wissen, wir aber entnehmen aus ihnen, dass die Anziehung unter allen Umständen als Schwere, und die Schwere ununterbrochen als Anziehung fortwirkt, ob nun der Körper fällt oder nicht. Ob aber die Erde auf den Mond mit ihrer Schwerkraft als Attraction, oder mit ihrer Anziehungskraft als Schwere einwirkt? Das geht aus dem gelehrten Vortrag nicht hervor.

[14.] Wir haben bereits citirt wie Laplace sagt: „Die Schwere ist „nahe dieselbe auf den grössten Höhen und in den grössten Tiefen, ihre „Richtung ist auf den Horizont senkrecht. Die Geschwindigkeit ist gleich„förmig im horizontalen Sinne, in dem verticalen ist sie dieselbe als würde „der Körper nach der Verticalen fallen. (Méc. cél. I. p. 25.) Diese Notionen sind von Laplace als Grundprincipien gegeben. Um den Titel von Fundamental- oder Elementarbegriffen zu verdienen, müssten sie zwei unerlässliche Eigenschaften besitzen, die Consequenz der Ideen nämlich und die Klarheit im Ausdrucke; die verschiedene Bedeutung, welche man der „Schwere“ beigelegt hat, ist weit entfernt, die eine oder die andere dieser Eigenschaften anzudeuten.

Spricht Laplace von der Universalschwere, so versteht er die allgemeine Anziehung oder die Gravitation. Sagt er, dass der Mond die Geschwindigkeit der Schwerflüssigkeit — welche mindestens 100 millionenmal grösser als jene des Lichtes ist — haben müsste, um sich der Action „seiner Schwere“ gegen die Erde zu entziehen, so scheint es als würde er unter der Schwere des Mondes, die Erdanziehung meinen, welche auf den Satelliten agirt; dies jedoch stimmt mit den übrigen Ideen über „Proportionalität der Anziehung mit der Masse, Proportionalität der Geschwin-

digkeit mit der Kraft etc.“ nicht, denn hier erscheint die Erdanziehung in dem colossalsten Maassstab, als würde sie eine unendliche Geschwindigkeit hervorbringen; sagt er endlich, dass die Schwere auf der Erde beiläufig dieselbe ist in den grössten Höhen und Tiefen, so meint er, dass die Erdanziehung in diesen Grenzen auf dieselbe Art und mit derselben Kraft agirt.

Aus dieser letzteren Thesis muss man schliessen, dass, indem der Fall der Körper die Folge der Action der Schwere ist, die Anfangsgeschwindigkeit, jene der ersten Secunde, die zugewachsene Geschwindigkeit nach der ersten Secunde und die Geschwindigkeiten während der aufeinander folgenden Secunden etc. überall dieselben sind; wir haben gesehen, dass sie überall verschieden sind.

Wenn somit der Satz eine Fundamentalnotion, ein Princip oder ein wissenschaftliches Gesetz repräsentiren soll, so folgt, dass die Erdanziehung unabänderlich dieselbe ist von ihrem Centrum an bis zur grössten Höhe, es ist somit weder eine Abnahme mit der Distanz, noch eine Zunahme mit der Annäherung zum Centrum da, die Anziehung agirt nicht im umgekehrten Verhältniss des Quadrats der Entfernung, und folglich ein Gesetz durch das andere aufgehoben ist. Wie ist aber in das Chaos Licht zu bringen? Ist es die Schwere des Mondes gegen die Erde, oder ist es die Schwere der Erde gegen den Mond, welche definitiv agirt? Ist es die Schwere des Körpers oder die Erdanziehung, welche ihn zum Falle bringt, oder ist es die combinirte Action beider?

Wir sehen, dass es sich um das Princip der gegenseitigen Anziehung handelt. Aus den Experimenten mit dem Pendel folgt, dass die Schwere eines Körpers sein Gewicht ist, und dass dieses Gewicht als eine impulsive Kraft agirt. Indem man eine schwere auf einem 64 Metres langen Metallstab hängende Kugel aus ihrer verticalen Lage bringt und dann frei lässt, gibt sie sich — sagt man — ihre Initialbewegung selbst.

Dass die Erdanziehung auf jede Materie beständig einwirkt, welche sich in der Sphäre ihrer Action befindet, sollte ausser jedem Zweifel sein; sie wirkt somit auf die Kugel und sucht sie in ihre verticale Lage zurückzuführen; kommt sie durch ihre Oscillation in die Richtung des Erdcentrums, so wird sie so lange nicht stehen bleiben, als sie noch eine bewegende Kraft in sich enthält; sie bewegt sich somit noch einige Zeit fort, um die andere Hälfte ihres Oscillationsbogens zu beschreiben; die Oscillationsdauer dieser Kugel ist beiläufig 8 Secunden, welche bis zum Ende ihrer Bewegung unverändert bleibt, ob sie einen grösseren oder kleineren Bogen beschreibt, da die Grösse des Ausschlages die Dauer einer Oscillation wesentlich nicht ändert. Was hat — fragen wir — diese Kugel in Bewegung gesetzt, ist es jene Schwere (Anziehung) deren Constante 9·8 ist? Keineswegs, es ist die Schwere, es ist das Gewicht der Kugel, welches von der Attraction scheinbar unabhängig auf sie eingewirkt hat! Wie ist

aber diese bewegende Kraft entstanden, wodurch wurde das Gewicht zur Action sollicitirt? Die Kugel wurde aus ihrer verticalen Lage durch die Anwendung einer Kraft gebracht, sie wurde dadurch der Erdanziehung entzogen, vom Erdcentrum entfernt, woraus folgt, dass das Aufheben gleich einem Stosse oder einer Impulsion betrachtet werden kann. Dieses Phänomen führt demnach zur Frage über den Ursprung der Initialbewegung, zur Frage der impulsiven Kraft, welche den fallenden Körper und das Pendel in Bewegung versetzt. Die Kugel aus ihrer verticalen Lage bringen, heisst sie erheben, sie vom Erdmittelpunct oder Oberfläche zu entfernen, auf eine grössere Höhe führen; die Erhebung eines Körpers bedingt eine seiner Masse proportionelle Kraft, welche zugleich der Höhe entspricht; überlässt man in dieser Höhe den Körper seinem eigenen Gewichte oder Schwere, so hat man ihm seine Freiheit gegeben und die Kraft, welche man zu seiner Erhebung angewendet; fängt ihre Wirkung an, der Körper fällt, ist er nicht — wie die Kugel — aufgehängt, so fällt er direct auf die Erdoberfläche, aufgehängt aber setzt er als Pendel seine Bewegung bis zur totalen Exstinction seiner erhaltenen Kraft fort. Die Erdanziehung ihrerseits setzt ihre Action fort, zur Action der Schwere des Körpers gesellt sich die Action der Erdanziehung, und die Acceleration der Bewegung ist die Resultante. Nach diesen Betrachtungen ist die impulsive Kraft die Initialgeschwindigkeit, durch die Schwere des Körpers selbst gegeben, und die weitere Entwicklung der Acceleration ist durch die Erdattraction bedingt. Es ist somit verständlich, dass die beiden Wirkungen im Verhältniss der Kräfte sind, ist nämlich die Initialgeschwindigkeit grösser, so ist auch die folgende Acceleration grösser, woraus dann die Mutualität der Action, oder die gegenseitige Anziehung hervorgeht. So kommen wir zum Begriff, dass die Acceleration beim Falle die combinirte Schwere des Körpers und der Erdanziehung ist, welcher Umstand bei der Pendelbewegung nicht gefunden wird.

Jedermann weiss es, dass z. B., um eine grosse Steinmasse von der Erdoberfläche zu entfernen, aufzuheben, eine ihrem Gewicht (und Masse) proportionelle Kraft nöthig ist. Um diese Masse hängend zu erhalten, muss die Kraft constant bleiben; der Faden des Pendels so wie das Seil oder die Kette, an welcher die Steinmasse hängt, vertritt die Stelle der continuirlich wirkenden Kraft. Dieser Umstand sagt aber deutlich, dass die Hebkraft genau gleich ist der anziehenden Erdkraft und dass, indem diese constant auf die Masse einwirkt, die sie in Suspension erhaltende Kraft gleichfalls constant wirken muss: dies gibt den Begriff des gespannten Fadens, der das Gleichgewicht hält mit der Anziehung. Jedermann ist es ferner bekannt, dass, um eine Masse höher und höher zu heben, man eine Kraft der andern hinzufügen müsse, woraus folgt, dass die Summe der angewandten Kräfte gleich sein müsse der Summe der Attractionseinwirkung. Der Körper enthält somit eine ihm mitgetheilte

Digitized by Google

Kraft, deren Grösse seiner Masse und Höhe entspricht; reisst die Kette, wird die Masse ihrer Stütze beraubt, so hört die Wirkung der einen Kraft auf und jene der andern vergrössert sich; diese ist die Ursache der Acceleration.

„Die Richtung der Schwere ist auf den Horizont senkrecht," sagt Laplace. Ohne Zweifel will er mit diesem Satze ausdrücken, dass die Körper auf diese Art auf die Erde fallen; nur wendet er statt Erdoberfläche das Wort Horizont an. Im strengen Sinne des Wortes geht die Anziehung vom Mittelpuncte der Erde aus und wirkt zu demselben zurück, da ihre Richtung jene eines Halbmessers ist; alle die unendlich vielen Radien aber treffen die Erdoberfläche senkrecht, wie die Verticalen. Die fallenden Körper sowohl als auch die hängenden richten sich gegen das Erdcentrum, folglich senkrecht auf ihre Oberfläche.

Der Horizont ist eine eingebildete Ebene, sie ist senkrecht auf der Verticalen oder auf welch immer einem Punct der Erdoberfläche und dehnt sich in das Unbestimmte bis zur Himmelssphäre aus. Dass auf dieser Ebene eine unendliche Menge von Senkrechten sein könne, ohne auf die Erdoberfläche senkrecht, ohne gegen den Erdmittelpunct gerichtet zu sein, ist an sich klar: da nun jeder Erdpunct seinen Horizont hat, so folgt, dass der wahre Horizont der Erde selbst die Oberfläche ihrer Kugel ist. Horizont sagt hier zugleich Niveau des Meeres, dieses Niveau ist aber gleichfalls die Oberfläche der Sphäre; und wird eine gut nivellirte Eisenbahn um die Erde geführt, so hat sie weder eine Steigung noch einen Fall.

Der wahre Horizont des Beobachters soll nach der Theorie durch den Mittelpunct der Erde gehen und so die Himmelssphäre in zwei gleiche Hälften theilen. Die geocentrischen Positionen setzen somit voraus, dass unser Auge selbst der Erdmittelpunct sei. Auf der Erdoberfläche ist nur ein scheinbarer Horizont; man sieht entweder mehr oder weniger als die halbe Himmelssphäre, horizontal sieht man eigentlich gar nicht, indem der Mensch, so klein er ist, dennoch schon über dessen Ebene so wie auch darunter sehen kann: um beiläufig genau die Hälfte des Himmels zu sehen, müsste unser Auge eben auf dem Spiegel des Meeres liegen, erhöht sich mit unserer Position das Auge, so ist der Horizont deprimirt und die Himmelskörper gehen früher auf und später unter; sinken wir hingegen unter die Horizontalebene, z. B. in ein Thal, so erhebt sich der Horizont, in beiden Fällen aber bildet er die Basis eines Kegels, dessen Spitze in unserm Auge liegt: steigen wir endlich in einen Brunnen hinab, so wird die Basis eines sehr langen Kegels ganz klein, es zeigt sich uns ein kleines rundes Stück der Himmelssphäre etc., und der Stein fällt in den Brunnen vertical, ohne auf den Horizont zu fallen.

„Im horizontalen Sinne ist die Geschwindigkeit gleichförmig" sagt Laplace. Setzen wir voraus, dass durch diesen Satz die Bewegung eines

freien Körpers verstanden ist, der an nichts hängt, sich an nichts stützt, wie ein fallender oder in den Raum geschleuderter Stein, wie eine ausgeschossene Kugel etc., und fragen wir, kennt man auf der Erde eine solche Bewegung, hat man jemals durch ein Experiment eine gleichförmige horizontale Geschwindigkeit entdeckt? Ist es wirklich möglich, dass unter der constanten Anziehung auf der Erde eine gleichförmige Geschwindigkeit eines freien Körpers stattfinde?

Bewegt sich z. B. eine horizontal ausgeschossene Kanonenkugel mit gleichförmiger Geschwindigkeit, so wird sie ewig um die Erde circuliren, denn die Supposition der Gleichförmigkeit schliesst sogar den Widerstand der Luft aus, der allein schon hinlangt, die Bewegung zu hemmen, ihre Geschwindigkeit nach und nach zu vermindern, und im Laufe der Zeit gänzlich zu vernichten. Niemandem ist es unbekannt, dass die Geschwindigkeit eines horizontal fliegenden Ballens stets abnimmt, dass eine horizontal ausgeschossene Kanonenkugel bald zur Erde fällt und auf ihrer Oberfläche mit einer stets verminderten Geschwindigkeit noch einige Zeit fortrollt. Es wird ja in den Büchern gelehrt, dass eine horizontal fliegende Kanonenkugel in der ersten Secunde 4·9 Metres gegen die Erdoberfläche fällt wie ein jeder andere frei fallende Körper; es ist mit einem Worte allgemein bekannt, dass ein freier Körper, sei die Richtung seiner Bewegung welche immer, sich mit einer beständig abnehmenden Geschwindigkeit bewegt; es muss demnach eine Kraft da sein, welche sich seiner erhaltenen Kraft entgegensetzt, diese schwächt und endlich paralysirt, um seinen Fall herbeizuführen: wohlan, diese permanente Kraft ist die Erdanziehung. Unter und mit dieser Anziehung kann keine gleichförmige Geschwindigkeit bestehen, entweder ist sie variabel, accelerirt oder retardirt, oder sie hört auf und der Körper gelangt zu seiner relativen Ruhe. Jede Bewegung, welche durch eine impulsive Kraft hervorgebracht wird und nicht in der Richtung gegen das Erdcentrum vorgeht, ist nothwendigerweise eine retardirte, sie ist im Gegensatz zu dem frei fallenden Körper; sie muss somit aufhören, was bei einer gleichförmigen Bewegung nicht sein könnte.

„Im verticalen Sinne ist die Geschwindigkeit dieselbe, als würde der Körper in der Verticalen fallen" sagt Laplace. Diese Passage ist durchaus unverständlich. Strenge genommen liegt die Verticale selbst nach zwei Sinnen, ist der eine Sinn *fallen*, so ist der andere *steigen*, der erstere heisst sich der Erdoberfläche nähern, der letztere sich von ihr entfernen: ist der eine direct, so ist der andere retrograd, mit einem Worte ist der eine Sinn der Gegensatz des andern.

Die Mechanik lehrt, dass es selbst mit der Maschine zu beweisen ist, wie ein sich von unten nach oben bewegender Körper den Fallgesetzen gemäss aber umgekehrt bewegt: d. h. er durchläuft die Räume verkehrt wie der fallende Körper, und denselben Räumen entsprechen dieselben

Geschwindigkeiten. Wird eine Kanonenkugel in der Verticalen geschossen, so ist ihre grösste Geschwindigkeit im Anfange ihrer Bewegung, sie nimmt graduell ab und wird Null, wenn sie ihre grösste Höhe erreicht hat; hier wird sie für einen Moment stationär und ihr Fall beginnt, welcher auf die bekannte Art accelerirt vorgeht. Es soll aus dieser Art Experimente hervorgehen, dass diese Kugel eben so viel Zeit zum Steigen verwendet hat als zum Fallen, und dass somit denselben Räumen dieselben Geschwindigkeiten entsprechen. Sind die Fallgesetze richtig, so ist die Geschwindigkeit dieser Kugel in jedem Momente ihrer Steigung und ihres Falles anzugeben, wenn ihre Falldauer bekannt ist. Man pflegt anzunehmen, dass die mittlere Geschwindigkeit einer Kanonenkugel in einer Secunde 400 Metres beträgt; nach dieser Annahme lässt sich nichts bestimmen, denn man müsste ihre Anfangsgeschwindigkeit während der ersten Secunde kennen, diese aber ist variabel und hängt von der Impulsivkraft ab; einige Körner desselben Schiesspulvers mehr oder weniger geben eine andere Geschwindigkeit. Setzen wir den Fall, die Kugel verwendet von dem Augenblick des Schusses an bis zu dem Moment, als sie wieder auf die Erde fällt 80″ (Secunden). Die Hälfte dieser Zeit gehört ihrer Steigung; fällt der Körper in der ersten Secunde 4·9044 Metres, so ist diese die Geschwindigkeit der Kugel in der letzten Secunde ihrer Steigung, woraus dann folgt, dass ihre Anfangsgeschwindigkeit $79 \times 4{\cdot}9044 = 387{\cdot}45$ Metres in der ersten Secunde war, und sie eine Höhe von 7847 Metres erreicht hat.

Die Erdanziehung hat somit die Geschwindigkeit der Kugel in dem einen Sinne eben so vermindert, als sie sie in dem andern vergrössert hat. Aus diesem frappanten Phänomene zieht die Mechanik keine Lehre; sie sagt, dass die Richtung der Schwere die Verticale ist, sie sagt, dass die constante Action der Schwere eine accelerirte Geschwindigkeit hervorbringt, sie will aber nichts davon wissen, dass dieselbe Schwere durch ihre constante Action in derselben Richtung auch den conträren Effect, die Retardation hervorbringt.

Die hohe Entwicklungsstufe, auf welcher die „rationelle Mechanik“ steht, wird aus folgendem Satze ersichtlich:

„Die constante Action der Schwere bringt eine beschleunigte Ge„schwindigkeit hervor, als würde man dieselbe Kraft, durch auf einander „folgende Stösse repräsentirt, stets auf den Körper einwirken lassen etc. Eine „Kraft, *welcher Natur immer sie sei*, kann jener Kraft assimilirt werden, „welche aus der Action der Schwere auf einen Körper hervorgeht; das „Gesetz, welches wir eben fanden wird somit auf die Kraft ohne alle Mo„dification anwendbar sein.“ (Delaunay Méc. p. 114).

Welche impulsive Kraft hat die Mechanik entdeckt, die durch ihre constante Einwirkung die Geschwindigkeit eines Körpers beständig verändert, und zwar durch die Verminderung derselben stets abnehmen

lässt, um sie endlich zu annulliren? Welche sind die Kräfte, die der Attraction ohne Modification assimilirt werden können? Die rationelle Mechanik aber hat die Prätension, eine Wissenschaft zu sein!

[15.] Wir sehen, dass in Bezug auf die „Natur der Anziehung" aus dem Phänomene des Falles der Körper kein anderer Schluss zu ziehen ist, als dass, indem diese Körper mit um so grösserer Schnelligkeit auf die Erdoberfläche fallen, je weiter sie davon entfernt werden, auch die Anziehung den Körper mit der Erdmasse um so eher zu vereinigen trachtet: wie aber die Action vorgeht, welche die Proportionalität der Massen und die Gegenseitigkeit der Anziehung ist, darüber geben die aufgestellten Fallgesetze keine Auskunft. So z. B. geht aus den Experimenten nicht hervor, ob ein mehr oder weniger schwerer oder dichter Körper oder zwei Körper derselben Substanz aber verschiedener Grösse etc. mit gleicher oder verschiedener Geschwindigkeit, in derselben oder variablen Zeit aus derselben Höhe fallen? Es scheint, dass eine kleine Blei- oder Eisenkugel mit derselben Geschwindigkeit fällt als die grössten Kugeln, und dass man aus diesem Grunde auf die Masse des Mondes keine Rücksicht nimmt, indem man von der auf ihn einwirkenden Schwere spricht, welche auf dieselbe Art auf einen von der Erdoberfläche 4·9 Metres entfernten Stein agirt. Ausser dem Widerstande der Luft, welche nur auf die leichten Substanzen bemerkbar einwirkt, kennt man keinen andern Einfluss, ja im Gegentheil zieht man aus einem Experiment — mit der Luftpumpe — den Schluss, dass im luftleeren Raume alle Körper mit derselben Geschwindigkeit fallen. Erkennt die Attraction weder in den Distanzen noch in den Massen einen Unterschied, so folgt unmittelbar, dass die Sonne auf alle ihr System bildenden Körper auf gleiche Art einwirkt.

Dass der fallende Körper seinerseits ebenfalls eine Action auf die Erde ausübt, kann man aus den Maschinenexperimenten nicht ableiten, dass aber die Erdanziehung auf ihre Theile je nach ihrem Gewicht, ihrer Schwere oder Masse agirt, scheint uns durch die Phänomene der Bewegung hinlänglich klar dargestellt zu sein. Ist es uns deutlich geworden, dass um einen Theil der Materie von der Erdoberfläche zu trennen, zu entfernen oder in Bewegung zu setzen, eine diesen Dingen proportionelle Kraft nöthig ist, so begreifen wir, dass Gewicht, Schwere, Gravität, Masse oder Quantität der Materie, Dichte und Anziehung Synonyme sind.

Nach dem eingeführten Sprachgebrauch presst oder drückt ein Körper denjenigen, auf den er sich stützt und diese Action ist von oben nach unten. Um jeder Confusion über die Bedeutung der Worte, Fallen, vertical, von Oben nach Unten, von Unten nach Oben etc. zu entgehen, um deutlich zu begreifen, dass nicht der Körper fällt, dass weder sein Gewicht, noch seine Schwere ihn fallen macht, dass endlich nicht er sich selbst seine Anfangsgeschwindigkeit gibt, muss man erkannt haben, dass

Digitized by Google

ausser der Erdanziehung keine andere Action ist, um seinen Fall zu determiniren.

In seiner Allgemeinheit zeigt sich das Phänomen, wenn wir uns vorstellen, dass es sich in demselben Moment an allen Puncten des Erdsphäroids producirt, hat man auf diese Art alle möglichen Richtungen, so hat man gar keine; alle Körper fallen von oben nach unten, von unten nach oben, von der Seite, horizontal, vertical, schief, unter allen Winkeln, wie man will und alle zugleich. Die Höhe wird zur einfachen Distanz von der Erdoberfläche, die verticale zur senkrechten auf diese Fläche, die alleinige Richtung ist gegen das Erdcentrum und das Fallen wird „das Zurückkehren zur Oberfläche." Um sich diese Erdanziehung bildlich darzustellen, betrachte man wie ein Klumpen von Kautschuk sich benimmt, wenn man welch einen kleinen Theil immer von seiner Masse trennen will, der entfernte Theil springt um so schneller zur Masse zurück als man denselben weiter gezogen hat etc. Man sieht, dass auch in diesem Beispiele die wirkenden Kräfte stets proportional sind, die elastische Kraft wirkt hier auf die entfernten Theile der Materie im Verhältniss jener Kraft, welche man anwendete, um diese Theile zu entfernen etc. Dem Falle des Körpers muss somit seine Entfernung von der Erdoberfläche vorausgehen, und die zu seiner Entfernung verwendete Kraft ist genau gleich der auf ihn wirkenden Anziehung. Dieses Endresultat hat das Beispiel der vertical geschossenen Kugel bereits angedeutet.

Verfolgt man die auf der Erdoberfläche hervorgebrachten Bewegungen mit Aufmerksamkeit, so überzeugt man sich, dass, um welch immer einen Körper — organischen oder unorganischen — in Bewegung zu versetzen, man eine Kraft anwenden müsse; um die Bewegung gleichförmig zu erhalten, fortzusetzen, muss dieselbe Kraft continuirlich einwirken, mit der Kraft hört die Bewegung zugleich auf. Ueberlegt man diesen Umstand und weiss, dass eine beständig auf den Körper einwirkende Kraft — die der Erdanziehung — da ist, so entgeht man dem Schlusse nicht, dass die bewegende Kraft eigentlich *gegen* diese Erdkraft gerichtet ist, dieser entgegen wirkt, sie aufhebt um die Bewegung hervorzubringen. Wir sehen, dass das Phänomen der Bewegung so betrachtet, die Idee, welche man sich von der Inertie der Materie machte, sich selbst corrigirt; wir sehen, dass die bewegende Kraft nicht auf die Inertie oder auf die inerte Materie selbst einwirkt, sondern nothwendigerweise auf die attractive Kraft der Erde, als auf die alleinige Ursache der scheinbaren Inertie einwirken müsse. So überzeugt man sich endlich, dass die vorzüglichste Aufgabe der Erdanziehung darin besteht, dass sie in Bezug auf alle Theile der geballten Materie den gleichartigen Zustand, die scheinbare Ruhe und Unbeweglichkeit, das stabile Gleichgewicht zu erhalten sucht; so wird es deutlich, dass die Attraction keine Bewegung hervorbringt, keine bewegende Kraft, sondern das Gegentheil derselben ist.

[16.] Dass eine kleine Masse von einer grösseren angezogen wird, geht aus den mit der Maschine von Cavendish gemachten Experimenten hervor, nicht aber die Einwirkung der kleinen Masse auf die grosse. Die wichtige Frage der gegenseitigen Anziehung nach den Massen ist weder durch Experimente, weder durch die beobachteten Erdphänomene, noch durch jene des Himmels gelöst. Wir haben bemerkt, dass nach den Elementarbegriffen die Action einer Kraft als die Resultante der Action mehrerer Kräfte betrachtet werden kann, und dass folglich in dem Fall der wechselseitigen Anziehung, z. B. zweier Massen verschiedener Grösse, diese Resultante die Differenz der anziehenden Kräfte selbst ist, woraus dann folgt, dass eine kleinere Masse auf eine grössere keine angebbare Action ausübt.

In Bezug auf die Körper des Sonnensystems, vorzugsweise in Betreff der Erde und ihres Satelliten, könnte eine constante Wechselwirkung kein anderes Resultat hervorbringen, als die Vereinigung beider Körper. Um dieses Endresultat zu hintertreiben, hat man sich eine conträre Kraft eingebildet, eine hinlänglich schnelle Bewegung — mit der Tendenz in der Geraden — mit welcher sich der bedrohte kleine Körper der Catastrophe entziehen könne. Man bemerkt aber noch immer nicht, dass mit der Aufstellung der Centrifugalkraft oder der Tangentialgeschwindigkeit man zugleich jede Action vernichtet hat, d. h. man hat nicht allein die gegenseitige Anziehung zerstört, sondern man hat auch die Action der grösseren Masse auf die kleinere zu Grunde gerichtet.

Dieselbe Inconsequenz — vielmehr Incohärenz — der Ideen zeigt sich in der Theorie der variablen Distanzen und in der Theorie der Perturbation. In dem Perihel z. B. ist die Geschwindigkeit des Planeten die grösste, denn die Sonnenanziehung wächst wie das Quadrat der Annäherung; die auf diese Art erhaltene Geschwindigkeit vermindert sich darauf und der Planet hat sich der vergrösserten Kraft entzogen. Bei Gelegenheit ihrer Annäherung perturbiren sich die Weltkörper gegenseitig und der Perturbationen gibt es verschiedene; alle aber arbeiten dahin, um die Geschwindigkeit zu alteriren, um die Bahnen zu verändern. Nachdem diese perturbirten Geschwindigkeiten sich bald erholen, die Bahnen sich wieder umändern, während die Umlaufszeiten permanent bleiben, so ist es schwer zu begreifen, was der eigentliche Zweck der gegenseitigen Anziehung ist; und wenn die eigene Geschwindigkeit der Körper hinlangt, um sie einer gefährlichen Action zu entziehen, so muss sie auch hinreichen, dass sie sich derselben gar nicht aussetzen. Am Ende stellt es sich heraus, dass die Hauptaufgabe der Perturbation ist, die Bewegung in ihrem normalen Zustand zu erhalten, oder wenn man will, steckt die Perturbation schon in der Bewegung selbst.

Hat man einmal anerkannt, als Gesetz proclamirt, dass die Attraction einer Sphäre, vom Mittelpunct ausgehend, ihrer Masse proportional

Digitized by Google

ist, und dass die Totalität der im Centrum vereinten Masse die Action repräsentirt, so hat man damit deutlich gesagt, dass ein abgesonderter Theil der Sphäre keine Action ausüben könne, und dass mit der Verminderung der Masse auch die Action vermindert wird. Wir haben gesehen, mit welcher gedankenlosen Willkür die Theorie ihre eigenen Gesetze übertritt, ja sie alle der Reihe nach umwirft; wir haben gesehen, wie sie die Attraction eines Weltkörpers — folglich auch seine Masse — decomponirt: während die Anziehung stückweise agirt, bleibt die grosse Masse — im Ruhestande.

Wenn somit die Totalaction der Erde auf einen Theil ihrer Materie durch die Totalität ihrer Masse ausgedrückt ist, so muss man schliessen, dass ihre Anziehung ihr Maximum auf ihrer Oberfläche erreicht, und zeigt sich eine bemerkbare Differenz der Action auf verschiedenen Puncten ihrer Kugel, so muss sich das Maximum derselben auf jenen Puncten vorfinden, an welchen sich in der Richtung des Halbmessers von der Oberfläche bis in das Centrum die grösste Masse agglomerirt vorfindet. Verbinden wir mit diesem Umstande die theoretische Ansicht über Molecularanziehung, so führt die Proportionalität der Attraction mit den Massen auf eine unausweichliche Folgerung, und diese ist, dass die Erdanziehung von der Oberfläche an bis zum Centrum nothwendigerweise graduell abnimmt, um im Mittelpuncte selbst Zero zu werden. Eine andere eben so merkwürdige Folge ist, dass im Innern der Erde, vorausgesetzt dass da der Fall der Körper noch möglich wäre, die Acceleration sich in Retardation verwandelt, und dass es ganz unmöglich ist, dass ein Körper — wenn man sich einen so tiefen Brunnen vorstellt — bis in den Erdmittelpunct falle.

Die bekannten Tiefen der Erde sind viel zu gering, um diese Frage aufzuklären, man kann selbe so betrachten, als befänden sie sich nur in der sogenannten Erdrinde, gleichsam noch nahe an ihrer Oberfläche; hier handelt es sich um nahe 1600 Meilen, ein Umstand, der die Sache mächtig ändert. Stellen wir uns vor, dass ein cylindrischer Brunnen oder eine Höhlung bis an das Erdcentrum reicht und lassen wir einen Körper hineinfallen. Wir sagen, dass dieser Körper nicht weit fallen wird und mit einer retardirten Geschwindigkeit nicht einmal bis zur Hälfte des hohlen Cylinders gelangt, und zwar aus zwei Ursachen; die eine ist die Attraction nach den Massen und die andere die Erdrotation. Je tiefer der Körper in das Innere der Erde eindringt, desto geringer wird seine Geschwindigkeit, indem die Attraction in dem Maasse abnimmt, als die durch den Halbmesser repräsentirte Masse der Erde geringer wird; je tiefer der Körper kommt, desto kleiner wird in Bezug auf denselben die Erdsphäre, und die Masse und Attraction nehmen gleichzeitig ab: von der andern Seite nimmt die Masse, welche sich über dem Körper befindet, mit jedem weiteren Falle zu und agirt ihrerseits auf den Körper, der sich

somit zwischen zwei Anziehungen bewegt. Setzen wir voraus, dass das Innere der Erde homogen ist und überall dieselbe Dichte hat, und dass der Körper genau in der halben Länge des Radius sich befindet; ist es nicht evident, dass in den gleichen Längen dieselbe Masse, also eine gleiche Anziehung da ist? Während des Falles hat sich die obere oder äussere Attraction vergrössert, die untere oder innere hat abgenommen, bis sie in der Mitte des Weges sich gleich wurden: hieraus folgt nun, dass die Bewegung des Körpers in dem Moment aufhört, als er an diesen Punct gekommen ist. Wir haben nur die Wirkung jener Masse in Betracht gezogen, welche in der Länge des Radius als eine äusserst dünne Linie — fast ohne Dimensionen — sich befindet, denn betrachtet man die Erdmasse nach ihrem Volum, so ist es klar, dass der Körper nicht so weit zu gehen hat, um die Gleichheit der zwei auf ihn einwirkenden Massen zu finden. Wir wissen übrigens, dass die Rotationsgeschwindigkeit den Körper aus dem Cylinder hinauszuschleudern trachtet, woraus dann die zweite Ursache erscheint, warum der Körper nicht zur Hälfte des Erdradius gelangt?

Diese flüchtigen Betrachtungen finden keine Anwendung auf die Erde als Planet, als Himmelskörper, sie beziehen sich allein auf den Rapport ihrer Theile unter sich, sie können aber hinlangen, uns begreiflich zu machen, dass die Acceleration der Geschwindigkeit nicht dieselbe sein kann in den grössten Tiefen, so wie sie nicht dieselbe ist in den grössten Höhen, und dass die Erdanziehung in ihrem Innern nicht jene sein kann, wie sie sich an der Oberfläche zeigt, sondern stufenweise, je nach dem Reste der inneren Masse — welche sich um das Centrum gruppirt — abnehmen müsse.

Wir sehen, wie die Proportionalität der Massen auf denselben fallenden Körper entgegengesetzte Wirkungen hervorbringt; in dem einen Theile des Fallraumes findet Acceleration, in dem andern eine Retardation statt, und inmitten der beiden Actionen ist der — Stillstand. Das Gesetz der Ab- und Zunahme der Attraction nach dem Quadrate des Abstandes kann auf das Innere der Erde, deren wachsende Dichte gegen das Centrum hin wohl vorausgesetzt, nicht aber bekannt ist, gleichfalls nicht angewendet werden.

[17.] Eine höchst wichtige, noch von keiner Wissenschaft gestellte Frage ist: welche Rolle spielt die Atmosphäre bei der Anziehung, die die Erdmaterie auf ihre Theile ausübt?

Handelt es sich um den Begriff der Universalanziehung, um die Action der Erde auf die übrigen Himmelskörper, so wird die Atmosphäre als ein ihre Sphäre ergänzender Theil hingenommen; d. h. es ist die Totalität der geballten Erdmaterie, welche man als in ihrem Centrum vereint sich vorstellt, und nach welcher Vorstellung der Erdhalbmesser bis zur Grenze der Atmosphäre reicht. Es nimmt die atmosphärische Masse

eben so gut Theil an der Action der Erde auf den Mond, wie alle übrigen constitutiven Theile der Erdmasse.

Die Ausdehnung der Atmosphäre ist unbekannt, man weiss aber, dass sie trotz ihrer relativen Leichtigkeit dennoch ein bedeutendes Gewicht, also eine bedeutende Masse hat. Die Astronomie lässt die Atmosphäre gänzlich aus dem Spiele, sie rechnet die Dimensionen, Masse, Dichte etc. der Erde nur so, wie diese aus der soliden Sphäre mit Inbegriff des Wassers hervorgehen. Handelt es sich aber um genaue Bestimmung der Quantität der Materie, so kann die Luft nicht vernachlässigt werden; handelt es sich um die Betrachtung der gegenseitigen Action der Erdmassen, wie diese in der Länge und Richtung eines Radius noch vertheilt sind, so muss man wohl der Luftmasse eine proportionelle Action zugeben auf die andern Theile der Materie, besonders auf jene, die sich auf der Erdoberfläche befinden. Nach dieser Anschauung befinden wir uns Erdbewohner in der That zwischen zwei Anziehungen, jener der soliden und tropfbar flüssigen Erdmasse vom Centrum aus gezählt und jener schwebenden, elastischen Luftmasse, die von der Oberfläche an bis zu ihren unbekannten Grenzen reicht.

Den gegenwärtigen Zustand der Notionen erwogen, ist die Schwierigkeit augenscheinlich zur Kenntniss der Action dieser Luftmasse zu gelangen: das einzige Instrument, welches uns als Product und zugleich der Ausdruck der wechselseitigen Anziehung zwischen solider Erde und der Luft zu sein scheint, ist das Barometer, und dieses Instrument selbst ist seiner wirklichen Bedeutung nach eben so wenig gekannt als begriffen. Der Fall der Körper scheint den Einfluss der Luftanziehung nicht anzuzeigen, das Phänomen der Acceleration des Falles aber kann den Stoff bieten zum ernsten Nachdenken und zu interessanten Studien.

Wir haben bereits andern Ortes *) die attractive Einwirkung der Luft zu constatiren gesucht, indem wir von der permanenten Evaporation des Wassers — in allen seinen Gestalten — sprachen, welche, wie bewusst, unter allen Temperaturen vorgeht. Wir halten nämlich dafür, dass zur Verwandlung des Wassers in Dampf und Dunst, zu seiner Bewegung in dieser Gestalt, zu seiner Versetzung auf der Erdoberfläche in die höheren Luftschichten unumgänglich eine Kraft nothwendig ist, und dass diese Kraft nur in der Luft selbst liegen könne. Dieser Ansicht folgend, findet man in der Erhebung der leichten Substanzen, Ballons, Gase etc. einige Aufklärung über die Frage; wir können aber zugleich wahrnehmen, dass die durch die physisch allgemein verbreitete Meinung über den Druck der Luft, über eine Luftsäule, besonders aber über den Druck, den die Luftschichten auf einander ausüben sollen, nicht nur mit den Phänomenen, nicht nur mit manch anderen aufgestellten Sätzen und

*) Considérations sur les comètes.

Lehren, also nicht nur ohne alle Grundlage, sondern selbst mit der Natur der Dinge im grellen Widerspruch ist. Es wird durch diese Art Studien klar, dass man einen groben Fehler begeht, wenn man behauptet, dass die Totalaction der Erdanziehung auf die Einheit der Masse durch 4·9 Metres oder deren doppelte Anzahl gegeben ist, wie diese durch Experimente und Calculs hervorgebracht wird; denn man widerspricht auf diese Art sowohl den analytischen Bestimmungen, als auch den Attractionsgesetzen, nach welchen die atmosphärische Masse so zu betrachten ist, als würde sie im Erdcentrum vereint sein; hieraus folgt aber, dass „die Action der Schwere auf die Masseneinheit" nicht unmittelbar von der Erdoberfläche aus, sondern von der äussersten Grenze der die Sphäre ergänzenden Atmosphäre zu zählen ist.

So wird durch die Experimente, durch die auf der Erde beobachteten Phänomene sowohl, als durch nähere Studien erwiesen, dass im Gegensatze zu Laplace's Ausspruch die „Schwere" nirgends dieselbe, sondern, und zwar vom Erdcentrum angefangen bis zur äussersten Grenze der Luft, überall eine andere ist, dass somit jedem Puncte eines Halbmessers eine andere Fallgeschwindigkeit entspricht, ein Umstand übrigens, dessen Begriff in jenem der Masse proportionellen Action schon enthalten ist.

[18.] Dass die Dichte der Materie bei der Action derselben die Hauptrolle spielt, dass sie — die übrigen Bedingungen gleich gesetzt — die Grösse der attractiven Kraft bestimmt, wird jedem Denkenden klar. Die Erdmasse zeigt schon auf ihrer Oberfläche unzählige Gradationen der Dichte; wenige Substanzen sind leichter als das Wasser, die meisten übertreffen dessen specifisches Gewicht. Ist die Vertheilung der verschiedenen Dichten schon auf der Oberfläche deutlich, so ist eine grosse Wahrscheinlichkeit vorhanden, dass auch das Innere der Erde gleichfalls aus Stoffen verschiedener Dichte besteht. Aus den Experimenten des Cavendish schloss man auf die „mittlere" Dichte der Erdmasse, und diese wird mit dem specifischen Gewicht von 5·44 angenommen; dass bei dieser Bestimmung die Masse der Atmosphäre ausgeschlossen wird, ist ersichtlich. Dieses Resultat stimmt aber durchaus nicht überein mit jenen Ansichten, nach welchen man die Erdmasse als eine homogene Materie betrachtet und deren Dichte von der Oberfläche an bis in das Centrum stufenweise zunehmen lässt. Es ist deutlich, dass eine noch so kleine constante Zunahme — wenn man nämlich die Dichte an der Oberfläche als Einheit setzt — bis zum Mittelpuncte eine viel bedeutendere Zahl als die gefundene geben würde.

Ein Beispiel hiezu finden wir in der analogen Supposition, dass auch die Wärme von der Erdoberfläche bis zum Centrum stets zunimmt; dieser Begriff ist im Zusammenhange mit der Idee, nach welcher die Erde ursprünglich im flüssigen — also geschmolzenen — Zustande sich

befand und sich nach und nach durch die stufenweise Abkühlung an ihrer Oberfläche erhärtete.

Diese Frage der Wärmezunahme hat Laplace der Analyse unterworfen, wobei er von der Ansicht der Physiker ausging, dass die Erdwärme mit jeden 32 Metres gegen das Centrum um einen Grad des hunderttheiligen Thermometers zunimmt. Die nun um 200000 Grade grössere Wärme in der Erdmitte hätte längst schon eine kleine Explosion verursacht; da wir indessen keinen Begriff einer Wärme von 200000 Graden haben, so können wir auch nicht begreifen, wie mit ihr die compacte Materie bestehen, wie sie ihre Cohäsion erhalten könnte.

Laplace sagt in seiner Himmelsmechanik (Vol. V. p. 257):

„Aus dem Wachsen der Temperatur, in dem Maasse als man sich „unter die Erdoberfläche versenkt, ist es natürlich zu schliessen, dass die „Erde eine von der Oberfläche bis zum Centrum zunehmende innere „Wärme besitzt, welche sich ununterbrochen vermindert durch die Ver„luste, die sie an der Oberfläche erleidet.

„In Folge dieser Verminderung ziehen sich die Erdtheile zusammen, „und da diese Ursache die *durch den radius vector eines jeden Moleculs „des Erdsphäroids beschriebene Fläche auf die Aequatorsebene projicirt* „nicht verändert, so muss dadurch die Rotationsbewegung beschleunigt „werden. Man hat in dem XI. Buch gelesen, dass der Effect dieser Ur„sache bis heute unfühlbar ist, und daher man die Dauer des Tages — „welche die Astronomen als Zeitmaass angenommen haben — als constant „betrachten kann."

Die Analyse hat somit nichts Wesentliches gefunden; vorausgesetzt aber, dass die Erde ein durch die Wärme ausgedehntes Sphäroid ist, vorausgesetzt dass diese Wärme sich graduell verliert, so folgt, dass mit der Abkühlung ihr Volum gleichfalls graduell abnimmt; wird das Sphäroid kleiner, so vermindert sich auch sein Umfang; ist nun ein kleinerer Kreis in derselben Zeit beschrieben als ein grösserer, so nimmt die Geschwindigkeit ab, sie ist nicht accelerirt, sondern retardirt. Laplace aber sagt, dass mit der Abkühlung, mit der Zusammenziehung der Erde die Rotationsbewegung accelerirt wird, das heisst, dass die Rotation sich stets in kürzerer Zeit vollendet. Man muss somit fragen, ist es die entweichende Wärme welche die nöthige Impulsion ertheilt, damit eine accelerirte Bewegung hervorgehe? hat man die abnehmende Wärme als eine impulsive Kraft zu betrachten, welche auf die Erde einwirkt? In der That ist man durch das analytische Resultat von Laplace verleitet zu glauben, dass es wirklich die Wärme ist, von welcher die Rotationsdauer abhängt, indem mit ihrer Abnahme die Dimensionen der Erde zugleich abnehmen, ihre Drehungsgeschwindigkeit aber zunimmt; was eine Unmöglichkeit ist, da die Action der entweichenden Wärme — wenn nämlich von einer Action oder Wirkung derselben die Rede sein kann — nach allen Richtungen

Digitized by Google

vorgeht, so wie die Wärme selbst vom Centrum ausgehend, nach allen Puncten der Erdoberfläche entweicht; sie kann somit keine Bewegung, am wenigsten eine drehende Bewegung hervorbringen, was die „auf die Aequatorsebene projicirten von dem radius vector eines jeden Moleculs beschriebenen Flächen" selbst beweisen; ist aber die Wärme jene bewegende Kraft, von welcher die Rotationsdauer abhängt, so ist es unausweichlich, dass mit der Abnahme ihrer Kraft zugleich ihre Wirkung abnimmt, d. h. die Bewegung muss sich „verlangsamen;" es ist somit in keinem Falle eine Beschleunigung möglich.

Wir können hier fragen, welche cosmogonischen Ideen kann man mit einer ursprünglichen Wärme verbinden, deren Intensität die Incandescenz, den brennbaren, glühenden, geschmolzenen, flüssigen Zustand sowohl als auch die Verdunstung selbst ausschliesst und einzig nur die Verflüchtigung (Volatilisation) der Materie übrig lässt? Kann man sich vorstellen, dass eine so im Raume zerstreute, verflüchtigte Materie sich condensiren, mit Beibehaltung ihrer Wärme sich agglomeriren, sich ballen könne? Dies wäre sich vorstellen, dass die Materie sich zugleich im flüchtigen und auch im soliden Zustande befinden könne. So lange die Wärme ihre Intensität beibehält, muss die Materie in dem Zustande verbleiben, in welchen sie eben durch die Wärme versetzt wurde; dieselbe Ursache, dieselbe Wirkung; sobald aber die Materie sich verdichtet, sich anhäuft oder ballt, so kann sie nicht mehr in dem Zustande eines Gases, Nebels oder Dunstes sein; die Wärme muss somit aufgehört haben zu wirken, sie existirt nicht mehr. Die Erdmaterie *ist* geballt, sie ist da um den Beweis zu liefern, dass sie nie verflüchtigt war, nicht durch Condensation entstanden ist, und enthält sie noch eine solche excessive Hitze welche man ihr zuschreibt, so muss man sich einbilden, dass die Wärme durch eine Ueberraschung, durch einen unerklärlichen Kunstgriff in das Innere der Erde eingeschlossen wurde, oder aber dass die Wärme selbst solid geworden ist, um sich der Erde zu incorporiren.

|19.| Aus dem Falle der Körper geht die Erkenntniss der Erdanziehung deutlich hervor, die Schlüsse aber, welche das Phänomen veranlasste, sind nicht solid genug, um sie als Gesetze betrachten zu können. Die Sätze z. B.: „die Erdanziehung ist dieselbe Kraft, welche den Mond in seiner Bahn erhält. So wie der Stein, so fällt auch der Mond gegen die Erde. Die Attraction erzeugt Bewegung, folglich erhält die Erde den Mond in Bewegung etc." sind weder correct, noch übereinstimmend.

Ist die Circulation des Mondes um den Erdmittelpunct als Thatsache angenommen, und ist die Fortsetzung und Erhaltung derselben das Werk der Attraction, so fällt der Mond nicht gegen die Erde. Wir haben hinlänglich gesehen, wie die — vielmehr Sophismen als hypothetische — Annahmen zu Incongruitäten geführt haben, deren eine ist, dass die Krümmung des Kreises als ein Fallen der Peripherie gegen das Centrum

Digitized by Google

angesehen wird. Mit der Imagination der Centrifugalkraft, der Schleuder etc. hat man das Fallen aufgehoben und eine gleichförmige kreisende Bewegung hergestellt. Das eigentliche Fallen kommt dann später mit der Ellipse und die Körper fallen im Perihel oder Perigée gegen den anziehenden Mittelpunct, von welchem sie dann wieder im Aphel oder Apogée wegfallen. Wie die nöthigen variablen Geschwindigkeiten producirt werden, das weiss die Theorie nicht, sie setzt aber voraus, dass diese in der Ellipse von selbst kommen müssen, und stellt dazu ihre Formeln auf; hat man seine Gesetze fertig gemacht, so müssen die Himmelskörper sich wohl fügen, denn sonst könnte man die Attraction nicht so leicht der Analyse unterwerfen.

Die astronomische Theorie studiert die Naturerscheinungen überhaupt, speciell die Phänomene der Bewegung nicht; es ist ihr ganz gleichgültig, ob sich die Sonne mit ihrem System im Raume versetzt, oder sich gar nicht rührt; mit der absoluten Bewegung befasst sie sich nicht; von der Universalität, von der intimen Connexion und Solidarität aller Bewegungen und der durch diese erzeugten Phänomene hat sie keine Idee; sie ist mit der Supposition zufrieden und bleibt fest bei dem Glauben, dass die Weltkörper, insbesondere jene des Sonnensystems, beständig in derselben invariablen Ebene sich bewegen, dass diese Ebenen mit elliptischen geschlossenen Curven eingefasst sind, und dass die Revolution eines Himmelskörpers darin besteht, einen grossen Himmelskreis zu beschreiben. Diese ist die Wissenschaft in ihrer Kindheit! Besitzt er keine positiven Kenntnisse, so macht sich der Mensch allerlei Ideen und ist zufrieden, etwas gefunden zu haben, was er dann ausschmückt und an seine liebende Brust drückt; obwohl er später genöthigt ist einzugestehen, dass er sein theures Machwerk nur einstweilen — in Ermanglung etwas Besseren — als Muster aufgestellt, so ist er ohne Bedenken dennoch entschlossen, seinen Fund als die allergrösste aller Wahrheiten aufzuführen. Auf diese Art hat die Theorie ihre Schiffe verbrannt; zurück kann sie nicht; vorwärts noch weniger, den Weg zum Fortschritt hat sie sich abgeschnitten, auch scheint es nicht ihre Absicht zu sein — Aufklärung zu suchen.

DAS PENDEL.

|20.| Das einfachste Instrument der Physik, das Pendel mit seiner Bewegung, ist Gegenstand der emsigsten Beobachtung und unausgesetzter Experimente geworden, kein anderes Instrument, kein Phänomen, selbst der Himmel zählt nicht so viele gelehrte Beobachter, ihre Anzahl ist Legion; überall wo die Erde zugänglich ist, findet sich auch ein Beobachter mit seinem Pendel ein; alle arbeiteten sie und arbeiten noch fortwährend mit demselben Feuereifer, man kann zu sagen wagen, mit derselben

Geschicklichkeit, mit derselben Geisteskraft. Die Beobachtungen werden theils unter freiem Himmel, theils in den Cabineten gemacht, und es findet sich stets eine namhafte Anzahl von Gelehrten, die sich mit besonderer Vorliebe der Beobachtung des Isochronismus und der Coincidenzen hingeben.

Der Erfindungsgeist übt sich in Detail an dem Pendel; einfach als es ursprünglich war, ist es graduell immer mehr und mehr complicirt geworden; jeder Erfinder trug sein Schärflein bei, um an ihm eine Abänderung, ein Improvement zu machen, oder seiner Composition etwas hinzuzufügen; die verschiedensten Formen und Aspecte, welche man den Kugeln und Linsen, so wie auch seinen Stangen — die ursprünglich geometrische Fäden waren — gegeben; die Art des Aufhängens, die Wahl der Materie oder Substanzen etc., brachten unzählige Pendelgattungen hervor, welche alle — mirabile dictu — auf dieselbe Art fungiren, gleiche Zeitquantitäten und dieselben Gesetze geben müssen.

Betrachtet man die auf das Pendel verwendete ungeheure Arbeit, die enorme Masse der hervorgebrachten Resultate, welche einregistrirt und in Druck gelegt schon eine nicht gering zu schätzende Bibliothek und specielle Literatur repräsentiren, so kann man nicht ohne Grund hoffend erwarten, dass uns die nächste Zeit eine von allen übrigen Wissenschaften unabhängig begründete neue Doctrine unter dem Namen „Pendellogie“ vorführen wird.

[21.] Macht ein Pendel am welch immer Puncte der Erdoberfläche 86400 Oscillationen in 24 mittleren Stunden, so ist es das diesem Erdpuncte entsprechende Secundenpendel. Die Anzahl der Schwingungen des Pendels während einer gegebenen Zeit wird seine Geschwindigkeit genannt, ohne Rücksicht auf den von ihm durchlaufenen Raum; nach dieser Ansicht bewegt sich das Pendel schneller wenn es in derselben Zeit mehr Oscillationen macht; wir werden sehen, wie sich diese Ansicht corrigirt. Lässt man ein einfaches, physisches, unveränderliches oder das sogenannte Reversionspendel auf verschiedenen Puncten der Erdoberfläche schwingen, so findet man, dass die Anzahl seiner Oscillationen während der gegebenen Zeit veränderlich ist. Diese Veränderlichkeit bestehet in einer stufenweisen Zunahme der Anzahl der Schwingungen vom Aequator an bis zu den Polen; mit jedem grösseren Breitengrade wächst die Zahl der Vibrationen und erreicht ihr Maximum am Pole.

Das Pendel beobachten, heisst somit seine Schwingungen zählen; ist die erhaltene Anzahl derselben so wie die Länge des Pendels bekannt, so kann man aus deren Rapport für jeden Punct der Erdoberfläche die beiden Grössen durch Rechnung finden; sowohl der Calcul als auch die directen Beobachtungen haben zu dem Resultate geführt, dass das Secundenpendel am Aequator die kleinste, am Pol die grösste Anzahl Oscillationen gibt, und dass somit seine Länge am Aequator sein Minimum, am

Digitized by Google

Pole sein Maximum erreicht. Es folgt somit aus den Experimenten, dass die Schwingungsdauer von der Länge des Pendels abhängt, mit dieser zu- und abnimmt; wir haben demnach das, was in den Büchern über das Pendel gelehrt wird, im Detail zu betrachten, um zu sehen, ob dieses einfache Instrument auch gut gekannt, seine eben so einfache Bewegung auch deutlich begriffen ist, und ob endlich die Schlüsse, welche man daraus gezogen hat correct, und mit den übrigen Elementarbegriffen im Einklange sind?

Die rationelle Mechanik lehrt: „Ein schwerer Körper geringer Di„mension, wie z. B. eine Bleikugel an das untere Ende eines sehr bieg„samen Fadens aufgehängt, dessen oberes Ende fest ist, bildet ein Pendel. „Der Körper (die Kugel) wird im Gleichgewicht sein, wenn der Faden „vertical ist, denn in diesem Falle wird sein Gewicht gegenbalancirt „durch die Tension des Fadens und das Pendel ist nichts anderes als ein „Bleiloth, durch welches man sich der Verticalität versichert. Wenn man „aber den Körper aus dieser Stellung herausbringt, so ist das Gleichge„wicht gebrochen, das Gewicht des Körpers decomponirt sich in zwei „Kräfte, deren eine, nach der Verlängerung des Fadens gerichtete, ver„nichtet wird, während die andere, auf den Faden senkrecht gerichtete, „trachten wird, den Körper in jene Lage zurückzuführen, in welcher er „im Gleichgewicht war. Der auf diese Art in Bewegung versetzte Körper „bleibt nothwendig in dem Kreise, dessen Mittelpunct der Aufhängepunct „und dessen Halbmesser die Fadenlänge ist. Der Körper wird zur Verti„calen mit einer wachsenden Geschwindigkeit herabsinken, erreicht er „diesen Punct, so wird er von der Geschwindigkeit der vertica'en Höhe „animirt, und steigt in Folge seiner zugewachsenen Geschwindigkeit hin„auf bis zu dem Puncte der im Niveau seines Ausgangspunctes ist, dann „wird er abermals herunterfallen und so fort. Das Pendel macht somit „eine Serie von Oscillationen durch, und wenn keine äussere Ursache „diese Bewegung ändern würde, so würde sie sich in das Unbestimmte „fortsetzen, man bemerkt aber alsbald, dass der Ausschlag (Amplitude) „der Oscillation progressiv abnimmt, und der Winkel nach einiger Zeit „Null wird, so dass das Pendel in seinen Gleichgewichtszustand zurück„kehrt. Diese progressive Verminderung der Oscillationsweiten entstehet „durch den Widerstand, welchen die Luft dem Pendel entgegensetzt, und „auch durch die Widerstände, welche sich an dem Aufhängepunct stets er„zeugen, auf welche Art immer man die Suspension effectuirt."

Aus diesem gedankenlosen Vortrage ist ersichtlich, dass die Mechanik keine Idee davon hat, dass das Pendel mit seiner Bewegung als eine Function, als ein wirklicher Sclave der Erdanziehung erscheint; sie erwähnt der constanten Einwirkung der Attraction mit keinem Worte und ist fest überzeugt, dass wenn die Luft und der Aufhängepunct keinen Widerstand leisten, das Pendel in alle Ewigkeit sich fortbewegt. Da nun das

Pendel auch im luftleeren Raum stehen bleibt, so bleibt der Mechanik die Reibung des Aufhängepunctes allein übrig. Was sie über die Decomposition des Gewichtes in zwei Kräfte faselt, ist Mitleid erregend.

Es wird gelehrt, dass die Oscillationsdauer sich mit der Ausschlagsweite ändert; ist aber diese Amplitude sehr klein, so übt sie keinen bemerkbaren Einfluss auf die Schwingungsdauer aus; betrachtet man somit die kleinen Oscillationen so, als würde das Pendel keine Bogen, sondern nur gerade Linien beschreiben, so stellt die Mechanik den Satz auf, dass das Quadrat des Kreisdurchmessers sich zum Quadrat der Kreisperipherie verhält, wie die Länge des Secundenpendels zur Constante der Schwerkraft, oder auch wie die halbe Länge des Secundenpendels zur Höhe des freien Falles in der Secunde. Da die Pendellängen sich verhalten, wie die Quadrate der Oscillationszeiten, so folgt der Zusammenhang des Pendels mit dem Falle der Körper, denn auch bei diesem verhalten sich die Längen — die durchlaufenen Räume — wie die Quadrate der Fallzeiten. Ist die Länge des Secundenpendels, wie diese am Aequator sein soll = 0·993 Metres, und ist die Dauer einer Oscillation = x, so ist die Länge eines welch immer Pendels = $x^2 \times 0{\cdot}993$, und ist die Falldauer ebenfalls = x, so ist der Fallraum stets = $x^2 \times 4{\cdot}9044$.

Man liest ferner (Mädler's Astron. p. 76). „Entfernt man sich von „der Erdoberfläche, so wird auch die Wirkung der *Schwerkraft* abneh„men, die Fallhöhe und mit ihr das Secundenpendel werden also kürzer „gefunden werden. Eben dies wird aber auch geschehen, wenn man ohne „sich von der Oberfläche zu entfernen, sich auf der abgeplatteten Erde „dem Aequator nähert, denn auf diese Weise wird ebenfalls die Entfer„nung vom Mittelpuncte der Erde zu — folglich die Schwere — Wirkung „abnehmen. Aus der (bekannt angenommenen) Figur der Erde würde „man, wenn die Pendellänge für irgend einen Ort von bekannter Lage „durch Beobachtungen ermittelt ist, die für alle andern geltenden Pendel„längen durch Rechnung finden können, folglich kann man auch umge„kehrt aus den an vielen Orten gefundenen Pendellängen auf die Figur „der Erde schliessen."

Aus dem bisher Gesagten folgt, dass je höher ein Körper von der Erdoberfläche, oder weiter vom Centrum ist, desto langsamer seine Bewegung; dass somit die Schwere nicht dieselbe ist in den grössten Höhen wie in den grössten Tiefen, sondern dass sie vom Centrum an bis in das Unendliche abnimmt. Es folgt ferner, dass nachdem auf der abgeplatteten Erde die Radien sich nach den Erhöhungen richten, mit denselben wachsen und abnehmen, die Pendellängen sich umgekehrt wie die Radien, direct aber wie die „Schwerkraft" verhalten; je grösser die Schwere, desto kleiner der Erdradius, desto länger das Pendel und umgekehrt.

Ferner wird gelehrt: „Indessen tritt noch ein Umstand ein, welcher „die Verminderung der Schwerewirkung nach dem Aequator zu noch ver-

Digitized by Google

„stärkt. Der Umschwung der Erde um ihre Axe würde, wenn keine „Schwere vorhanden wäre zur Folge haben, dass alle auf ihr befindlichen „und nicht mit ihr cohärenten Körper nach der Richtung der Tangente „hinweg geschleudert, folglich von der Oberfläche entfernt würden, wäh„rend die Schwerkraft diese Körper der Erde zu nähern strebt. Beide „Wirkungen sind also einander entgegengesetzt, sie würden sich gegen„seitig vernichten, wenn sie gleich gross wären. Die Schwerkraft über„wiegt bei Weiten und das erwähnte Bestreben der Körper sich von der „Erde zu entfernen, kann sich demnach nicht in dieser Weise äussern, „gleichwohl muss ein Theil der Schwerkraft dazu angewandt werden, jene „entgegengesetzte Bewegung zu vernichten, und nur der übrige Theil, also „nicht die volle Schwerkraft, bewirkt den Fall der Körper. Die Rechnung „zeigt, dass diese Verminderung unter dem Aequator $^1/_{289}$ der gesammten „Wirkung beträgt und folglich $^{288}/_{289}$ als eigentlich wirksam übrig blei„ben, als Verhältniss der Schwere unter dem Aequator und unter dem „Pole etc. Eine Pendeluhr, die am Aequator einen richtigen Gang zeigt, „wird an einen der Pole transportirt eine tägliche Voreilung von 3′ 43″ „(223″) zeigen.“

Es wird demnach als eine ausgemachte Sache angenommen, dass die Rotation 1. die Bewegung vergrössert; denn die Körper auf der Oberfläche wollen sich von der Erde in dem Maasse entfernen, als die Rotationsgeschwindigkeit zunimmt; 2. die Bewegung vermindert, denn das Pendel und der Stein fallen langsamer; 3. die Rotation vermindert die Schwerkraft, denn „würde sie 17mal schneller sein, so würde ihre Wirkung unter „dem Aequator aufgehoben werden und dort kein Stein mehr auf die Erde „fallen, das Pendel nicht mehr oscilliren.“ Alle diese schönen Dinge sagt die — Rechnung. Hieraus wird dann ersichtlich, dass bei einer 17fachen Rotationsgeschwindigkeit auch der Mond nicht mehr auf die Erde fallen würde; die Translationsgeschwindigkeit aber ist 76mal grösser, woraus dann folgt, dass der Mond auch gegenwärtig 76fach nicht gegen die Erde fällt. Ein bedenklicher Fall zeigt sich dennoch bei diesen calculirten Bestimmungen; es wird nämlich ausdrücklich behauptet, dass, wenn die beiden Kräfte, Centrifugal- und Centripetalkraft, gleich wären, so würden sie sich gegenseitig vernichten; die Schwerkraft ist ungemein grösser, folglich müssen die Körper fallen. Aus dieser Version folgt, dass den Körpern des Systems dennoch nicht zu helfen ist, sie müssen endlich in den Mittelpunct der Sonne fallen.

Es wird gesagt: „Die Dichte der Erde ist als gleichförmig ange„nommen in der Richtung des radius vector, und entfernt man sich mit „dem Pendel vom Niveau des Meeres, auf einen Berg z. B., so wird die „Schwerkraft grösser und das Pendel bewegt sich schneller,“ woraus folgt, dass die Schwere das eine Mal mit dem Radius zunimmt, das andere Mal aber abnimmt, wenn der Radius wächst.

J. Herschel sagt in seiner Astronomie (p. 126): „In der Mechanik „ist es bewiesen, dass, wenn ein und dasselbe Pendel auf verschiedenen „Stationen und unter dem Einflusse verschiedener Kräfte geschwungen „wird, und seine Oscillationen während derselben Zeit gezählt werden, „die Intensitäten der Kräfte zu einander umgekehrt wie die Quadrate „der vollbrachten Schwingungen sind. Es ist z. B. gefunden, dass ein „Pendel gewisser Figur und Länge am Aequator 86400 Vibrationen in „einem mittleren Sonnentag macht, und wenn dasselbe Pendel nach „London transportirt wird, es dort in derselben Zeit 86535 Vibrationen „macht. Hieraus schliessen wir, dass die Intensität der Kraft — welche „das Pendel bewegt — am Aequator sich zu jener in London wie 1 zu „1·00315 verhält, oder mit andern Worten, dass eine Masse Materie, die „am Aequator 1000 Pfund wiegt, denselben Druck auf den Boden ausübt, „dieselbe Anstrengung macht, um einen unter ihr liegenden Körper zu „zerschmettern, als eine Masse von 10031½ derselben Pfunde in London „ausüben würde."

„Die allergenauesten Experimente haben das Endresultat gegeben, „dass die Differenz der Quantität zwischen dem Aequator und dem Pole „= 1/194 ist. Es wird dem Leser auffallen, dass diese Zahl nicht übereinstimmt mit der Fraction 1/289, welche die Centrifugalkraft am Aequator „ausdrückt. Die Differenz, mit welcher die erste Fraction die letztere „übertrifft, ist 1/590, welche, obwohl klein, dennoch fatal in Bezug auf die „gegebene Erklärung wäre, wenn man darüber nicht eine strenge Auf„klärung geben würde."

„Die Art, wie diese Differenz entsteht, enthält ein merkwürdiges „und lehrreiches Beispiel von dem indirecten Einflusse, welchen mecha„nische Ursachen oft äussern, und von welchen die Astronomie unzählige „Fälle aufführt."

„Die Erdrotation erweckt die Centrifugalkraft, die Centrifugalkraft „producirt eine Ellipticität in der Form der Erde selbst; und eben diese „Ellipticität der Form modificirt die Gewalt ihrer Anziehung auf die „Körper auf ihrer Oberfläche und bringt die fragliche Differenz hervor. „So finden wir denn hier, dass dieselbe Ursache zugleich einen directen „und einen indirecten Einfluss ausübt. Die Grösse des ersteren ist leicht „zu berechnen, jener des letzteren mit mehr Schwierigkeit durch die tiefe „Anwendung der Geometrie etc."

„Das Gewicht eines Körpers — als durch eine Centrifugalkraft un„geschwächt betrachtet — ist die Wirkung der Erdanziehung auf ihn. „Diese Anziehung besteht — wie es Newton bewiesen hat — nicht in der „Neigung aller Materie gegen ein besonderes Centrum, sondern in der „Disposition eines jeden Partikels der Materie, im Universum vorwärts zu „drücken, und wenn kein Hinderniss da ist, sich jedem zu nähern. Die „Erdanziehung ist somit auf einen, auf ihrer Oberfläche befindlichen

Digitized by Google

„Körper nicht eine einfache, sondern eine complexe Kraft, welche aus der „separaten Anziehung aller ihrer Theile resultirt. Es ist demnach evident, „dass, würde die Erde eine vollkommene Sphäre sein, die auf den Körper „ausgeübte Attraction auf allen ihren Puncten — sowohl am Aequator als „an den Polen — genau dieselbe sein würde, und zwar aus dem einfachen „Grunde der genauen Symmetrie der Sphäre nach allen Richtungen. Nicht „minder evident ist es, dass, indem bei der elliptischen Erde die Symmetrie „der Aehnlichkeit aller ihrer Theile nicht existirt, dasselbe Resultat nicht „erwartet werden kann. Ein auf den Aequator und ein gleicher auf den „Pol des flachgedrückten Ellipsoids gelegter Körper stehen in einer ver„schiedenen geometrischen Relation zu der Masse als ein Ganzes. Ohne „sich in das Umständliche einzulassen, kann man annehmen, dass diese „Differenz eine Differenz der auf die beiden Körper ausgeübten attrac„tiven Kräfte nach sich zieht. Der Calcul bestätigt diese Idee; es ist dies „die Frage der rein mathematischen Untersuchung, und sie ist mit voll„kommener Klarheit und Präcision durch Newton, Maclaurin, Clairaut „und noch andere ausgezeichnete Geometer behandelt worden; und „das Resultat ihrer Investigationen ist, zu zeigen, dass in Betreff der „elliptischen Form der Erde, allein und unabhängig von der Centrifugal„kraft, die Anziehung das Gewicht eines Körpers vom Aequator bis zum „Pole genau um den fast $^1/_{590}$sten Theil vergrössern würde, was mit dem „der Centrifugalkraft zugehörigen $^1/_{289}$ zusammengenommen, die beob„achtete Gesammtquantität von $^1/_{194}$ ausmacht.“

Wo steckt nun das „Lehrreiche“ bei dieser Darstellung?

Die Ursache der Erdabplattung ist die Centrifugalkraft, welche durch die Rotation erzeugt wird; die Rotation arbeitet somit indirect, sie muss erst die wirkende Kraft erzeugen; es folgt aber auf diese Art, dass die Grösse der Abplattung zugleich die Grösse der Centrifugalkraft $= ^1/_{289}$ ist. Nachdem man sich eingebildet hat, dass das Pendel, dessen Geschwindigkeit von der Schwere abhängt, die Grösse der Abplattung — die Figur der Erde — angibt, so hat man von ihm auch mit Recht gefordert, dass es sie genau angeben soll. Das Pendel aber zeigt sich widerspänstig, es will die Abplattung nicht anzeigen, sondern es bewegt sich am Aequator viel langsamer als es sich bewegen sollte, woraus klar hervorgeht, dass die Schwere am Aequator viel geringer ist als sie sein sollte, ebenso evident ist somit, dass das Pendel perturbirt wird, und dass die Centrifugalkraft die Schwerkraft vermindert. Indem nun die Differenz zwischen den Zahlen $^1/_{289}$ und $^1/_{194}$ gleich $^1/_{590}$ ist, so hat die allerhöchste Geometrie nur diese Zahl herauszucalculiren, um alsogleich den allerevidentesten Beweis zu liefern, dass das Pendel ohne die störende Wirkung der Centrifugalkraft die Abplattung in der Fraction $^1/_{289}$ geben, sich also am Aequator nur um ein Geringes langsamer bewegen würde als an den Polen.

Die Frage ist somit Gegenstand der profunden mathematischen Investigation und hat mit der Realität nichts gemein.

Um uns ja gut zu unterrichten, um die vollste Ueberzeugung zu erlangen, citiren wir noch einen Autor (Delaunay Astron. p. 580):

„Die Abplattung der Erde und die von ihrer Rotationsbewegung „über sich selbst resultirende Centrifugalkraft tragen bei zur Variation „der Intensität der Schwere auf der Kugeloberfläche. Vergleichen wir „z. B. zwei Molecule derselben Masse, das eine am Pole, das andere am „Aequator situirt. Die Attraction, welche die Gesammtmasse der Erde „auf das erstere Molecul ausübt, ist grösser als jene auf das letztere aus„geübte, denn der Erdhalbmesser am Pole ist kleiner als am Aequator; „anderseits empfindet das am Pole sich befindende Molecul die Wirkung „der Centrifugalkraft nicht, während diese Kraft auf das Molecul am „Aequator agirt, und so einen Theil der Kraft, welche aus der Attraction „der Erdmasse auf dieses Molecul hervorgeht, contrebalancirt — auf„hebt; — aus diesem zweifachen Grunde ist somit die Kraft, in Folge „welcher das am Pole situirte Molecul sich dem Erdcentrum zu nähern „trachtet, grösser als die analoge Kraft, die sich auf das Aequatorial„molecul bezieht."

„Entfernt man sich von einem der Pole, um sich dem Aequator zu „nähern, so befindet man sich in stets grösseren Distanzen vom Erdmittel„punct; überdies wächst die Centrifugalkraft beständig, hieraus folgt die „Resultante der von der totalen Erdmasse ausgeübten Anziehung und der „Centrifugalkraft, eine Resultante, die nichts anderes ist als das, was man „Schwere nennt, stets eine kleinere Intensität hat. Diese progressive Ab„nahme der Intensität mit der Annäherung zum Aequator ist durch die „Erfahrung auf folgende Art bestätigt."

„Die Dauer der kleinen Oscillationen des Pendels hängt augen„scheinlich von der Grösse der Kraft ab, welche auf den am Faden hän„genden Körper agirt und so dessen Oscillationen bestimmt: je grösser „diese Kraft, desto kürzer die Zeit, welche das Pendel verwendet, um eine „volle Oscillation zu machen — alle übrigen Dinge übrigens sich gleich „gesetzt. Man begreift somit, dass die Beobachtung der Pendelbewegung an „welchem Orte immer die Bestimmung der Schwere an diesem Orte veran„lasst, und dass, wenn man die Beobachtung an verschiedenen Orten der „Erde wiederholt, man constatiren könne, wie die Schwere wirklich variirt, „wie wir dies angezeigt haben. Dies hat sich in der That erwiesen. Es geht „aus zahlreichen in einer grossen Zahl von Localitäten gemachten Beob„achtungen hervor, dass die zugenommene Geschwindigkeit eines Körpers „nach einer Fallsecunde 9·7801 am Aequator und 9·8308 an den Polen ist. „Man weiss, dass in Paris diese Geschwindigkeit, welche die Schwere „dem Körper während der ersten Secunde seines Falles mittheilt, 9·8088 „Metres in der Secunde ist."

Digitized by Google

„Die Entdeckung der Variationen der Intensität der Schwere auf „der Erdoberfläche gehört Richer an. Dieser Astronom, der 1672 von der „Academie der Wissenschaften in Paris nach Cayenne gesendet wurde, „um dort Beobachtungen zu machen, bemerkte, dass die Uhr, deren er „sich bediente und welche er vor seiner Abreise in Paris geregelt hatte, „in Cayenne jeden Tag mit einer notablen Quantität retardirt hat; die „viel schwächere Intensität der Schwere in Cayenne als in Paris machte „das Pendel seiner Uhr viel langsamer oscilliren und dies verursachte die „beobachtete Verspätung. Diese Entdeckung gab den von Newton über „die Form der Erdoberfläche ausgesprochenen Ideen ein grosses Ge„wicht, Ideen, deren natürliche Folge die Variation der Intensität der „Schwere war."

[22.] Wir haben diese umständlichen Citationen aus dem Grunde gemacht, um jedem Missverständniss und jeder Zweideutigkeit ausweichend, jede falsche Interpretation beseitigend, einfach jene Sätze constatiren zu können, welche auf Principien der Mechanik, auf Geometrie, Mathematik und Astronomie gestützt, von allen Gelehrten ohne Ausnahme — also unanim — als unbezweifelte, unumstössliche Wahrheiten proclamirt werden.

a) Die Oscillationsdauer eines Pendels hängt von seiner Länge ab. Mit der Länge nimmt die Schwingungszeit zu und ab, und zwar im Verhältniss der Quadratwurzel der Länge.

Ist demnach das Pendel länger, so ist die Anzahl seiner Oscillationen während einer gegebenen Zeit geringer; wächst die Anzahl der Vibrationen, so muss das Pendel nothwendigerweise kürzer werden. Hieraus folgt unausweichlich, dass ein Pendel mit Beibehaltung seiner Länge sich nicht einmal schneller, das andermal langsamer bewegen könne.

Ist die Länge constant, so ist auch die Dauer und Anzahl der Oscillationen constant, verändern sich diese, so ändert sich auch die Länge des Pendels.

Macht somit das Secundenpendel eine grössere Anzahl von Oscillationen in derselben Zeit am Pole als am Aequator, so muss es nothwendigerweise am Pole kürzer, am Aequator länger werden.

b) Die Dauer einer Oscillation und die Anzahl der Schwingungen des Secundenpendels in 24 Stunden hängt von der Einwirkung der *Schwere* auf das Pendel ab. Je intensiver die Schwere auf der Erdoberfläche, desto schneller die Bewegung des Pendels, und umgekehrt. Hieraus folgt, dass, indem nach den Beobachtungen das Pendel vom Aequator an bis zu den Polen die Anzahl seiner Oscillationen graduell vermehrt, die Schwere eben so graduell zunehmen muss. Es ist somit anerkannt, und in die unbezweifelbare Evidenz gesetzt, dass die wachsende oder zunehmende Schwere — Intensität der Schwerkraft — die Geschwindig-

Digitized by Google

keit der Pendelbewegung „beschleunigt," folglich die Länge des Pendels verkürzt.

Es ist aufgestellt, dass die Pendellängen sich verhalten wie die Quadrate ihrer Oscillationszeiten. Hieraus folgt der Zusammenhang der Schwere mit der Pendellänge und ihr gegenseitiger Rapport.

Macht das Secundenpendel in 24 Stunden die doppelte Anzahl von Oscillationen, so ist die Schwere auf das Doppelte gewachsen, die Dauer *einer* Oscillation auf die Hälfte gefallen; aus dem Secundenpendel ist ein halbes Secundenpendel geworden und seine Länge ist ein Viertel der früheren.

Macht das Pendel nur die halbe Anzahl von Schwingungen, also nur 43200 Vibrationen in 24 Stunden, so ist die Dauer einer Oscillation zwei Secunden und das Pendel ist viermal länger geworden. Es ist somit ersichtlich, dass die Pendellänge nicht direct wie die Schwere, sondern wie ihr Quadrat sich verhält. Hätte z. B. die Erde die doppelte Schwere, so müsste nach der Theorie das Secundenpendel jede Stunde 7200 Oscillationen machen und den vierten Theil der Länge = 0·248 Metres haben.

Wenn demnach in den astronomischen Büchern gesagt wird, dass die Länge des Secundenpendels auf der Sonne 28mal länger als auf der Erde ist, so ist dies mit den übrigen aufgestellten Sätzen im Widerspruch, denn es setzt voraus, dass die Pendellänge einfach mit der Schwere zunimmt.

Die Schwere auf der Sonnenoberfläche soll nach der Theorie 28mal — in runder Zahl — grösser als auf der Erde sein, bringt die Schwere eine ihr proportionelle Beschleunigung der Pendelbewegung hervor, so muss das auf die Sonne versetzte irdische Secundenpendel dort 28mal schneller oscilliren; die Dauer einer Oscillation ist $^1/_{28}$ der Secunde und die Länge des Secundenpendels auf der Sonne wird 884mal kleiner als jene auf der Erde, sie wird = 0·00111 Metres, etwas länger als ein Millimeter sein. Wodurch aber ist die Theorie auf den Einfall gerathen, dass das Secundenpendel auf der Sonne 28mal länger als auf der Erde ist? Weil sie bestimmt hat, dass die Constante der Schwerkraft wie die Pendellänge sich verhalten müsse, und dass somit diese Constante auf der Sonne = 28·239 × 9·8088 = 276·99 Metres sei.

Ist die Länge des Pendels auf der Erde 28mal grösser als jene des Secundenpendels, so gibt eine seiner Oscillationen 5″3 (Secunden), woraus dann eine 5·3fache Schwere hervorgeht. Wirkt aber die Schwere so auf das Pendel, wie dies die Theorie will, so ist die Länge des Secundenpendels auf der Sonne 884mal grösser als jene des Erdpendels; sie ist = 878·7 Metres.

c) Würde die Erde eine Sphäre sein, so würde es auf ihrer Oberfläche keine variable Schwere geben, indem die Massen in ihrem Innern gleich vertheilt, so auch alle ihre Halbmesser unter sich gleich sein

würden. Die Erde ist ein Sphäroid, ihre Halbmesser folglich auch ihre Massen ungleich, woraus die Ungleichheit der Schwere folgt. Würde endlich die Erde keine Rotation haben, die Rotation keine Centrifugalkraft erzeugen, so würde sich die Schwere wie die Massen verhalten, da aber die Centrifugalkraft die Schwere abschwächt, so ist diese den Massen nicht mehr proportional, sondern „ihre Wirkung ist die Resultante zweier Kräfte!“

Aus dieser gelehrten Darstellung folgt unmittelbar, dass das auf der Erdoberfläche herumreisende Pendel die Abplattung und Figur der Erde nicht angeben kann, sondern sich nur nach jener Schwere richtet, welche aus der mit der Centrifugalkraft combinirten Masse resultirt. Würde diese Centrifugalkraft nicht wirken, so würde das Pendel sich direct an die Masse selbst halten, seine Geschwindigkeit nach ihrer Anziehung allein regeln. Mit andern Worten, hätte man sich nicht so fest eingebildet, dass das Pendel die Abplattung auf diese Art anzeigen muss, so würde man sich an die einfache Idee gehalten haben, dass die Variationen des Pendels im Verhältniss der Attraction jener Massen und Dichten sind, welche in der Richtung des fraglichen Radius in der Erdkugel sich agglomerirt haben; man hätte seine ganze Aufmerksamkeit auf diese Frage der „Massenvertheilung“ richten können, und es ist evident, dass die unzähligen Pendelbeobachtungen noch immer nicht unzählig genug sind, um zu den aus ihnen gezogenen Schlüssen zu berechtigen. Dass die Erde weder auf ihrer Oberfläche noch in ihrem Innern — so weit man bis jetzt eingedrungen ist — aus einer homogenen Materie besteht, ist wohl bekannt, und es ist mehr als wahrscheinlich, dass eben die Verschiedenheit der Dichte ihrer Materie als normaler Zustand erscheint; es ist ferner bekannt, dass die Erde keine regelmässige Figur hat und dass ihre Asperitäten (Erhöhungen und Vertiefungen) jene Differenzen in der Länge der Halbmesser erzeugen, welche für das Pendel fühlbar werden. Indem dies die ganze Erdkugel betrifft, so wird es ersichtlich, dass die Variationen des Pendels nicht allein zwischen dem Aequator und dem Pole stattfinden, sondern überall, und namentlich in derselben Parallele — wenn auch in geringerem Verhältniss — bemerkbar sein müssen. Würde man sich eine klare Uebersicht von der Vertheilung der Massen verschaffen, so würden die leeren, irrationellen Begriffe über Schwerkraft und Centrifugalkraft ihre erbärmliche Rolle zu spielen aufhören.

d) „Die Geschwindigkeit des Pendels wächst nicht darum an den Polen, weil die Schwerkraft oder die Erdmasse dort grösser sind, sondern darum, weil es da dem Erdcentrum näher ist.“ Aus diesem Satze folgt, dass die Schwerkraft der Länge des Erdradius auch dann noch umgekehrt proportional ist, wenn die Masse mit dem Radius im Verhältniss bleibt. Ein unverständlicher abnormer Satz. Es wird nicht geläugnet,

dass durch die Abplattung eine grössere Masse auf dem Aequator, und zwar auf Unkosten der Polarmassen sich angesammelt hat, es wird aber die dieser Masse proportionelle Anziehung — bei der Pendelbewegung — in Abrede gestellt, was mit den übrigen Theorien im Widerspruch ist. Wir haben gesehen, wie der erhöhte Aequatorwulst dem Monde zwei Ungleichheiten zufügt, wie er von der Sonne und dem Monde abwechselnd bearbeitet wird, was nicht geschehen könnte, wenn die Erdmasse dort nicht grösser wäre. Die Analyse hat die Theorie der Präcession und der Nutation so stark bewiesen, dass ihr fast keine Kraft mehr übrig blieb, das — Gegentheil zu beweisen: dass nämlich in dem Erdäquator eine geringere Schwerkraft steckt als in den Polen. Es ist ersichtlich, dass die Theorien der Präcession und der Nutation eine grössere *Schwere* haben, als jene der Pendeltheorie ist.

Wollte man nun kühn behaupten, dass an den Polen sich mehr Erdmasse befindet als am Aequator, oder dass dort die Dichte der Materie in Folge der Abplattung, der Eindrückung sowohl, als in Folge dessen, dass die Centrifugalkraft dort abdicirt hat, viel grösser ist, so müsste man auch erlauben, dass diese Dichte der Materie und mit ihr die Schwere im Verhältniss der Abplattung zunimmt, bis endlich die Figur der Erde ein Discobol oder ein Teller wird; alsdann wird das Pendel am Pole dem Centrum sehr nahe sein und ausserordentlich schnell laufen können.

Aus den Folgerungen, welche man aus der Pendelbewegung gezogen, hat einer der vielen geistreichen Naturforscher den conträren Schluss gefasst; er sagt nämlich: ist die Attraction am Aequator kleiner, bewegt sich da das Pendel langsamer, und wachsen Attraction und Schwingungsgeschwindigkeit graduell bis zum Pole, so folgt hieraus ganz evident, dass die Erde umgekehrt abgeplattet ist, d. h. ihre Figur ist nicht jene einer Orange, sondern die einer Citrone. Es ist ganz wahrscheinlich, dass ein anderer Gelehrter gleichen Calibers nach genauen Bestimmungen zu dem richtigeren Resultate gelangt, dass die veritable Figur der Erde jene einer Kartoffel (Erdapfel, daher sein Name) ist, welche Figur dann endlich zu jener eines Trüffels von Perigord führt.

e) Der Satz „das Gewicht eines Körpers ist seine Schwere," hat keinen Sinn; sagt man aber, dass das Gewicht eines Körpers durch die Einwirkung jener Kraft bestimmt ist, welche man statt Anziehung *Schwerkraft* genannt hat, so liegt in diesen Worten ein bedeutsamer Sinn, dessen Folgen wohl zu bedenken sind.

Mit der *Schwere* des Planeten nimmt auch das Gewicht der Körper auf seiner Oberfläche, oder was dasselbe ist, das Gewicht seiner Gesammtmaterie zu; denn die Einwirkung dieser Schwere ist permanent, und äussert sich auf alle Theile des Planeten gleichartig. Aendert sich die Schwere auf der Erdoberfläche, so ändert sich auch das Gewicht der Körper, d. h. an jenen Puncten der Erde, an welchen die Anziehung sich stärker äussert,

vergrössert sich das Gewicht der Körper. Was heisst aber das Gewicht eines Körpers vermehren? Eine unausweichliche Verminderung seines Volums; denn es wäre absurd sich vorzustellen, dass die Dichte der Materie bei gleichbleibendem Volum sich vergrössern könne.

Wir haben bereits bemerkt, dass, wenn das Secundenpendel am Pole sich schneller bewegt, es sich verkürzt haben muss, und J. Herschel sagt ausdrücklich, dass aus 10000 Pfunden am Aequator in London 10031½ Pfunde werden, woraus dann folgt, dass das Gewicht der Körper der auf sie wirkenden Schwere direct proportional ist und z. B. eine doppelte Schwerkraft aus dem Pfundgewicht zwei Pfunde macht. Es ist somit theoretisch gleich, ob man das Volum sich vermindert vorstellt oder die Vermehrung des Gewichtes bei demselben Volum annimmt.

Ist nun die Schwere auf der Sonne 28mal grösser als auf der Erde, so sind alle Theile ihrer Materie in demselben Maasse schwerer, wenn sie mit den auf der Erde analogen Stoffen verglichen werden. So hat z. B. das Wasser auf der Sonne ein 28mal grösseres Gewicht als das Erdwasser und das specifische Gewicht des Platins ist 580. Bei diesem Effect der Anziehung fällt somit der Begriff der Verdichtung und der Zusammenziehung des Volums weg; denn sonst müsste man sagen, dass ein Pfund Wasser auf der Sonne auf den 28. Theil seines Volums reducirt ist.

Was die Länge des Pendels anbelangt, so hängt diese nicht wie das Gewicht der Körper von der Schwere, sondern von der Dauer seiner Oscillationen ab; sagt man nun, dass diese Dauer wieder von der Schwere abhängt, so muss man daraus folgern, dass auch die Länge von ihr abhänge, woraus dann die Ab- und Zunahme der Länge mit der Schwere in Rapport gebracht ist; in diesem Falle aber kann man der Folgerung nicht entgehen, dass das Pendel durch die Schwere abwechselnd verlängert und verkürzt wird. So würde ein reisender Kilogramm auf jedem Puncte der Erdoberfläche ein anderes Gewicht haben.

Gibt man mit der Theorie zu, dass der Mond — auch eine Art Pendel — an seiner der Erde zugekehrten Seite durch die Erdanziehung bedeutend verlängert ist, so muss man wohl erlauben, dass ein der grösseren Schwere ausgesetztes physisches Pendel gleichfalls verlängert werde; nur begegnet man hier einer kleinen Schwierigkeit; lässt sich nämlich eine Verlängerung des hängenden Pendels begreifen, so ist es schwer seine Verkürzung sich vorzustellen, ausser man nimmt seine Zuflucht zur „Neigung des Pendels“ in seinen Normalzustand zurückzukehren; um sich ein solches Phänomen deutlich zu machen, hätte man noch eine der Attraction conträre Kraft zu erfinden, denn die bereits glücklich erfundene Centrifugalkraft scheint hier nicht zu genügen. Durch die Aufstellung der Perihelie und der variablen Geschwindigkeiten ist die Theorie in diese Situation gekommen, sich um eine brauchbare Wirkung umsehen zu müssen, und Newton hat sie in der Wärme gefunden; seiner Idee nach

Digitized by Google

wird die Mondesbahn — der Faden des Pendels — durch die Wärme ausgedehnt und der Mond — das Pendel — bewegt sich langsamer; die Bahn wird durch die Kälte zusammengezogen — das Pendel verkürzt — und der Mond bewegt sich schneller.

Ohne uns zu dieser Höhe der Theorie zu schwingen, sagen wir in Bezug auf die Anzahl der Oscillationen eines Pendels ganz einfach, dass die Erdanziehung, indem sie auf das Pendel einwirkt, zugleich auf seine Bewegung agirt; will man aber eine mehr specielle Distinction haben, so kann man sagen, dass die Action sich stets auf die Materie ausübt, und scheidet man von dieser ihre Bewegung, so muss man auch die Bedeutung der Anschauung angeben: die Erdanziehung wirkt demnach auf das sich *bewegende* Pendel, der Effect aber ihrer Action zeigt sich in der Bewegung allein, jenen auf die Materie — in Bezug auf die Variationen der Pendellänge — kann man sich vorstellen, nicht aber beobachten.

[23.] Ist ein falscher Schluss als Grundlage einer Theorie aufgestellt, so ist es natürlich, dass mit der Anwendung und der weiteren Entwicklung desselben sich auch die irrigen Begriffe anhäufen, um eine Serie von homogenen Gliedern zu bilden; es ist selbstverständlich, dass in einer solchen Reihe von falschen Ideen und Sätzen die Imagination allein schaltet und waltet, und indem eine Supposition nach der andern folgt, für die Realität kein Raum übrig bleibt. Wie aus einem falschen Schluss der andere folgt, wird durch die Theorie des Pendels eclatant bewiesen; hier findet eine mechanische Umkehrung der Begriffe statt, eine Operation, welche in der astronomischen Theorie häufige Anwendung findet.

Der Satz „die Attraction ist eine bewegende Kraft, sie bringt eine ihrer Grösse proportionelle Geschwindigkeit hervor“ ist die eine Grundlage der Verwirrung, er ist eben so die Frucht der Einbildung als jener Satz, nach welchem die Anziehung und mit ihr die Geschwindigkeit des angezogenen Körpers abnimmt, wie das Quadrat der Entfernung wächst. Diese Sätze entfliessen nicht aus den beobachteten Phänomenen, auf den Fall der Körper können sie sich nicht stützen, denn die Theorie sagt, dass die permanente Einwirkung der Attraction eine *accelerirte* Geschwindigkeit hervorbringt.

Die freien Körper fallen in der That mit einer beschleunigten Bewegung auf die Erdoberfläche und wir können sagen, dass ausser der Erdanziehung keine Kraft im Stande ist, diese Acceleration hervorzubringen, wir haben aber auch gesehen, dass diese Acceleration einzig und allein nur beim freien Falle der Erdkörper vorkommt, und weder durch ein anderes irdisches, noch durch ein bekanntes Himmelsphänomen reproducirt wird. Wir haben ferner gesehen, dass dieselbe Anziehung der Erde die contrare Wirkung hervorbringt, wenn der Körper sich von ihrer Oberfläche entfernt; an die Stelle der Acceleration tritt die Retardation.

Dass das aufgehangene Pendel nicht unter die freifallenden Körper gezählt werden kann, ist wohl an sich klar, eben so klar ist es, dass seine Bewegung nicht unmittelbar durch die Attraction, sondern durch eine impulsive Kraft hervorgebracht wird, ob man es nun direct mittelst eines Stosses oder durch die Verschiebung aus seiner verticalen Lage in Bewegung setzt, gleichviel.

Es würde sicherlich absurd sein zu sagen „das vertical hängende Pendel wird durch die Schwere in Bewegung versetzt und dass diese Bewegung um so schneller wird, je grösser die Schwere ist.“ Die Theorie kann somit nur meinen, dass die bereits erhaltene Geschwindigkeit des Pendels durch die grössere Schwere vermehrt wird, dass auch diese ihre Meinung eine falsche ist, haben wir zu erweisen.

In Folge unserer Studien, mehr aber noch durch sein eigenes Nachdenken wird der Leser im Klaren darüber sein, dass die Erdanziehung nicht anders agiren kann, als alle Theile ihrer Materie *anzuziehen*, welche sie zu einem sphärischen Weltkörper bilden. Die Direction der Anziehung ist die Direction des Centrums; in Bezug auf die Oberfläche der Kugel ist sie stets senkrecht, indem alle Radien auf ihr senkrecht sind. Ein Körper ausser oder über der Oberfläche kann somit nur in einer Richtung, in der senkrechten — welche auch auf den Beobachter bezogen, die verticale genannt wird — angezogen werden. Hieraus folgt sogleich, dass, wenn die Attraction Bewegung hervorbringt, so kann diese nur in einer einzigen, in der auf die Oberfläche senkrechten Richtung stattfinden; da nun die Bewegung des Pendels auf die Verticale selbst senkrecht, also im conträren Sinne vorgehet, so kann sie nicht durch die Attraction erzeugt sein.

Die Anziehung wirkt somit auf das sich bewegende Pendel in senkrechter Richtung und die Folge ihrer constanten Action ist, dass sie dasselbe in die Richtung des Erdcentrums zu bringen sucht, was mit seinem endlichen Stillstand gleichlautend ist. Es ist somit die grösstmöglichste Einfachheit selbst, dass je stärker die Anziehung, desto mehr das Pendel gegen den Erdmittelpunct gezogen wird, und dass somit seine Oscillationen desto früher ein Ende nehmen; selbstverständlich ist es, dass seine virtuelle Geschwindigkeit, die Grösse seines Ausschlages, beständig abnimmt um endlich Zero zu werden. Aus dem Umstande, dass eine stärkere Anziehung das Pendel früher in die Verticale zu bringen trachtet, hat man ohne weiteres Nachdenken auf die Acceleration der Bewegung geschlossen und der Leser wird mehr und mehr erstaunen, wie es möglich wurde, zu einem ganz conträren Schlusse zu gelangen und zu sagen, dass die Geschwindigkeit des Pendels mit der Attraction wächst, d. h. seine Oscillationsdauer abnimmt.

Wird dasselbe Pendel, das auf welchem immer Punct der Erde genau Secunden gibt, nach und nach auf verschiedene Puncte ihrer Oberfläche

Digitized by Google

versetzt, so gibt es entweder mehr oder weniger als eine Secunde, es oscillirt entweder langsamer oder schneller; gibt es mehr als eine Secunde, so muss es ein wenig verkürzt, gibt es weniger, um etwas verlängert werden, um genau Secunden zu geben; seine Variationen sind somit leicht constatirt und auch corrigirt. Wenn demnach das Pendel am Aequator genau Secunden, an allen übrigen Puncten der Erdoberfläche aber mehr als eine Secunde gibt, und wenn die Dauer einer seiner Oscillationen sich stets vergrössert um ihr Maximum am Pole zu erreichen, so muss man nothwendigerweise daraus schliessen, dass die Attraction vom Aequator an bis zum Pole stets zunimmt und folglich die Bewegung des Pendels sich verlangsamt; ist es aber durch unzählige Experimente nicht constatirt, dass gerade das Gegentheil stattfindet, ist es nicht klar bewiesen, dass die Acceleration der Bewegung der Effect der verminderten Anziehung ist? Wohlan, das vom Aequator zum Pole versetzte Pendel hat sich der früher stärkeren Attraction entzogen von ihr sich befreit, seine Bewegung wird freier, durch die Abnahme der hemmenden Kraft mehr erleichtert!

Die gelehrten Autoren unterlassen es nicht uns deutlich einzuprägen, dass die Attraction an der Sonnenoberfläche so stark ist, dass wir uns dort auf unseren Füssen nicht erhalten, ohne uns zu zerschmettern gar nicht gehen könnten, wir würden unter dem Druck unseres eigenen Gewichtes erliegen etc. Wie räumt sich nun dies mit der schnelleren, mit der erleichterten Bewegung, und wie kommt das Pendel allein zu der Begünstigung sich schneller zu bewegen, wenn alles Uebrige fast regungslos dahinliegt? Sagen sie nicht hiedurch die Gelehrten, dass das irdische Secundenpendel auf die Sonne versetzt eine seiner Oscillationen in 28 Secunden vollbringen würde? Sagen sie nicht deutlich, dass je stärker die anziehende Kraft, eine desto grössere man ihr entgegensetzen müsse, um einen Körper in Bewegung zu bringen?

Wir sind der Meinung, dass man die Erkenntniss der Action der Erdanziehung auf das Pendel zu den Elementarnotionen zählen kann; nur hat man nicht zu vergessen, dass hier zwei gegen einander wirkende Kräfte im Spiele sind; die dem Pendel beigebrachte Bewegung musste die Wirkung der Attraction momentan aufheben, denn ohne sie zu übertreffen würde keine Bewegung hervorgebracht werden, die constant wirkende Attraction aber muss endlich den Sieg davon tragen über eine Kraft, welche sie mit jedem Augenblick hemmt und abschwächt.

Die Theorie hat demnach ihren Satz so umzukehren, wie sie die Begriffe umgekehrt hat, sie muss sagen, „die Erdanziehung wächst auf der Erdoberfläche im Verhältniss der agglomerirten Massen; indem am Aequator die grösste Menge der Materie angehäuft ist, so muss dort auch die Anziehung stärker sein, ihr Minimum aber an den eingedrückten Polen haben; dies ist durch die Experimente mit dem Pendel constatirt, denn

Digitized by Google

das Secundenpendel am Aequator hat das Minimum seiner Länge und das Maximum seiner Oscillationsdauer, am Pole hingegen das Maximum seiner Länge und das Minimum seiner Schwungzeit.“ Aus den Pendelbeobachtungen folgt ferner, dass die Agglomeration der Masse am Aequator $^1/_{144}$stel der Gesammterdmasse ist, und dass diese Zahl die Grösse der Abplattung (von $^1/_{289}$ bis $^1/_{300}$) übertrifft; das Verhältniss zwischen den beiden Zahlen wie 1·49 zu 1 oder wie 1 zu 0·671 zeigt, dass die Anziehung sich nicht wie die Figur der Erde, sondern wie ihre Masse verhält, und dass man von dem Pendel nicht erwarten kann, dass es die Figur der Erde direct angebe; dass endlich die Centrifugalkraft die Anziehung stört, paralysirt, ist eine Einbildung, welche durch die verkehrte Theorie erzeugt wurde. Das Pendel hat dieselbe Rotationsgeschwindigkeit als der Erdpunct, auf welchem es sich befindet; übrigens ist die Anziehung der Materie inwohnend, sie soll der Masse proportional sein, vermindert demnach die Centrifugalkraft die Anziehung, so muss sie auch die Masse vermindern; ob dies in der That durch die Centrifugalkraft bewirkt wird, gehet weder aus den Pendelbeobachtungen noch aus der Theorie der Schwere hervor.

Der Umstand, dass mit der grösseren Länge des Pendels seine Oscillationsdauer sich vergrössert, also seine sogenannte Geschwindigkeit sich vermindert, zeigt deutlich, dass mit dieser Länge auch die Anziehung wächst, d. h. sie äussert sich auf das Pendel seiner Länge nach, woraus dann dennoch eine Proportionalität zwischen Masse und Anziehung hervorgeht. Auch ist es überflüssig sich unter dem Pendel stets etwas Gewichtiges an dem Faden hängend vorzustellen; in seiner Einfachheit — den wissenschaftlichen Forschungen entsprechend — ist das Pendel nur ein — wenn auch noch körperlicher — Faden ohne Dimensionen, es hat nur eine Länge, welche allein sein Verhalten zur Bewegung und Zeit angibt. Für den Experimentator wird demnach ein einfacher dünner Metallstab das richtigste Pendel sein, jede Zugabe verursacht Aenderungen, und es ist bekannt, dass ein ganz kleiner Körper, ein Ring z. B. an dem Stab auf und abgeschoben die Oscillationsdauer ändert etc., worin gleichfalls der Beweis liegt, dass die Attraction je nach der Quantität und Distanz der Materie wirkt.

Würde nun die Erdabplattung so gross sein, dass die beiden Axen des Sphäroids wie 1 zu 2 sich verhalten, so könnte man voraussetzen, dass am Aequator die doppelte Quantität Masse agglomerirt ist von jener am Pole. Sagt man nun, dass die Attraction gleich der Masse ist, so würden die Körper auf dem Aequator in der ersten Secunde mit der doppelten Geschwindigkeit, also 9·8088 Metres fallen, und man würde sagen die Constante der Schwerkraft ist da = 19·6176 Metres. Das Secundenpendel am Aequator aber würde zu einer Oscillation zwei Secunden verwenden, woraus dann folgt, dass das Secundenpendel 4mal kürzer sein muss. Was

Digitized by Google

wir da beispielsweise bemerken, findet seine Anwendung auf die Sphäre, wir haben somit nachzusehen, wie mit der Zunahme der Masse sich Fall und Pendel verhalten?

Soll die Anziehung auf der Erdoberfläche doppelt so gross werden, die Körper mit doppelter Geschwindigkeit fallen, so muss das Pendel, dessen Länge constant jene des Secundenpendels ist, eine Oscillationsdauer von 2 Secunden haben.

Es ist somit ersichtlich, dass die Wirkung der Attraction auf das Pendel entgegengesetzt ist jener, welche sie auf die fallenden Körper ausübt.

Ist nun das Secundenpendel bei der doppelten Attraction 4 mal kürzer, so gibt es eine „Constante der Schwerkraft" von 2·442 Metres und eine Initialfallgeschwindigkeit der ersten Secunde von 1·221 Metres. Die Constante der Schwerkraft wird somit 8 mal geringer, wenn die Attraction 2 ist, woraus alsogleich hervorgeht, dass die Pendellänge und die Pendelbewegung mit dem Falle der Körper nichts gemein haben.

Mit der doppelten Attraction hat sich der Erdhalbmesser verdoppelt, woraus folgt, dass die Erdmasse — welche gleich ihrem Volum ist — sich verachtfacht hat. Hieraus wird ersichtlich, dass das, was man Schwere genannt hat, die Wirkung der Erdanziehung an der Erdoberfläche nämlich, sich verhält wie die Cubikwurzel der Masse, oder was dasselbe ist, wie der Halbmesser; wenn nämlich die Dichte der Materie die Einheit ist. Es folgt ferner, dass die Oscillationsdauer desselben Pendels ebenso zunimmt als der Halbmesser oder die Cubikwurzel der Masse.

Setzen wir schliesslich den Fall, die Erde hätte eine doppelte Masse, also das doppelte Volum. Die Cubikwurzel von 2 ist = 1·26 (nahezu) und ist der Erdhalbmesser, woraus der Fall der Körper in der ersten Secunde $=4{\cdot}9044 \times 1{\cdot}26 = 6{\cdot}1795$ und die constante Acceleration = 12·359 Metres ist; das frühere Secundenpendel hat eine Oscillationsdauer von 1·26 Secunden erhalten, woraus folgt, dass die Länge des nunmehrigen Secundenpendels 1·588 mal geringer ist.

[24.] In der Regel wird nur jenes Pendel angewendet und beobachtet, dessen Schwingungen in der Verticalebene vorgehen; das sogenannte Centrifugalpendel, welches in der Horizontalebene kreiset, ist wohl bekannt aber wenig angewendet. Es ist aber deutlich, dass zwischen diesen zwei Pendeln kein anderer Unterschied ist, als die Art der Bewegung, welche dem einen oder dem anderen mitgetheilt wird, denn jedes einfach hängende Pendel kann in eine kreisende Bewegung versetzt werden, folglich nach Belieben Bogen oder Kreise beschreiben. Die eigentliche Raumgeschwindigkeit des Pendels wird gleichfalls nicht beobachtet oder in Betracht gezogen, und man begnügt sich mit jenen kleinen Oscillationen, welche man als eine geradlinige Bewegung betrachtet; auch wird in den Büchern bemerkt, dass z. B. bei dem Secundenpendel nur

Digitized by Google

diese ganz kleinen Schwingungen die wahre Secunde geben und jeder grössere Schwung, jeder weitere Ausschlag eine grössere Dauer hat. Dieser Satz mag als eine abstracte Thesis seine Richtigkeit haben, er harmonirt aber mit dem Begriff des Isochronismus nicht, er ist insbesondere nicht im Einklange mit den scharfen Forschungen Huygens, der für das Cycloidalpendel sogar eine gleichförmige Bewegung angibt. Im Allgemeinen könnten wir sagen, dass die Amplitude oder die Geschwindigkeit des Pendels während desselben Zeitmoments von der Grösse der impulsiven Kraft abhängt.

Erhebt man z. B. das Pendel so weit, dass sein Stab (oder Faden) in die horizontale Lage kommt, so wird es — sich selbst überlassen — nahezu einen Halbkreis beschreiben, ohne dass seine Oscillationsdauer eine Secunde übertrifft; seine virtuelle Geschwindigkeit ist durch die Anzahl der, während einer Oscillation durchlaufenen Grade gegeben. Dass dieses so aufgehobene Pendel bis zu seiner verticalen Lage bis zum Nullpuncte mit einer accelerirten Geschwindigkeit fällt und von da an mit einer eben so abnehmenden Geschwindigkeit nahe bei 90° steigt, dass somit das Maximum seiner Geschwindigkeit stets im Nullpuncte ist, versteht sich von selbst. Bewegt sich dieses Pendel nur in Folge einer Impulsion, so nimmt die Weite seines Ausschlages beständig ab und man kann sagen, dass nicht zwei genau gleich grosse Ausschläge möglich sind, dass jede folgende Oscillation einen kleineren Bogen beschreibt, bis die Bewegung gänzlich aufhört. Es ist an sich klar, dass der Halbmesser eines Kreises — das Pendel ist in der That ein solcher — keine gerade Linie beschreiben kann, sondern die kleinste der Oscillationen noch in einem Bogen vorgeht. Ist die Bewegung des Pendels durch eine stets wirkende Triebkraft — wie dies bei den Uhren der Fall ist — erhalten, so ist der Ausschlag desselben constant, welche Anzahl von Graden immer dieser beträgt, und sind sich die durchlaufenen Räume wie auch die Dauer der Oscillationen stets gleich.

Beschreibt das Secundenpendel während einer seiner Oscillationen einen Halbkreis, so hat es einen Raum zurückgelegt, der gleich seiner Länge multiplicirt mit der bekannten Zahl π ist. Nehmen wir an, dass die Länge des Secundenpendels 0·993 Metres ist, so durchlauft sein Endpunct in einer Secunde $0{\cdot}993 \times 3{\cdot}14159 = 3{\cdot}1196$ Metres.

Theilt man dem Pendel eine hinlängliche Geschwindigkeit mit, so wird es in der Verticalebene einen Kreis beschreiben, es wird circuliren und so die Schleuder vorstellen, in diesem Falle ist die Zeit einer Circulation gleich der Zeit zweier Oscillationen, also zwei Secunden. Kreiset das Pendel in der Horizontalebene, so sind alle seine Doppeloscillationen Kreise, von dem kleinsten angefangen, der an einen Punct gränzt, bis zum grössten Kreise, dessen Halbmesser die Pendellänge ist. Alle Verhältnisse beider Pendel sind somit gegeben, das vertical schwingende gibt seine Geschwindigkeit durch die Anzahl der beschriebenen Grade, das horizon-

tale durch den Halbmesser seines beschriebenen Kreises oder durch den Winkel seines Kegels an. Ein Kreis dieses letzteren Pendels ist gleich zweien Oscillationen des ersteren, sowohl in Bezug auf die Zeit als auch in Bezug auf den durchlaufenen Raum, so lange der Ausschlag des ersteren 90^0 nicht übersteigt.

Indem nun Pendel und Schleuder als Synonyme erscheinen, so sind die Dauer ihrer Oscillation oder Circulation und ihre Geschwindigkeiten einander gleich, wenn Pendellänge und Schleuderfaden gleich sind. Wollte man aber dem oscillirenden Secundenpendel einen circulirenden substituiren, so würde die Länge dieses letzteren 4mal kleiner sein.

Die Schleuder lässt sich ebenso in der Horizontal-, als in der Verticalebene schwingen; der wesentliche Unterschied der Pendelbewegung in diesen beiden Ebenen ist, dass in der verticalen nothwendigerweise eine variable Geschwindigkeit sich erzeugt, in der horizontalen aber eine gleichförmige Bewegung statthat. Ist dieser Umstand nicht gehörig aufgefasst, so verfällt man auf irrige Schlüsse. Das in der Verticalebene geschwungene Pendel fällt in der That und würde ohne seinen Stab und Aufhängepunct ebenso fallen wie ein jeder andere freie Körper, es fällt somit mit einer beschleunigten Geschwindigkeit; da es jedoch nicht gänzlich fallen kann, so muss es sich in Folge der erhaltenen Impulsion weiter bewegen, denn es kann auch beim Nullpuncte nicht stehen bleiben, es steigt somit retardirt und fällt wieder accelerirt etc. Es ist somit ausser Zweifel, dass seine grösste Geschwindigkeit im Nullpuncte ist und es auf beiden Seiten der Verticalen um so langsamer sich bewegt, als es sich im Halbkreise erhebt oder mit anderen Worten sich vom Horizont, von der Erdoberfläche entfernt. Sagt man nun, dass die Geschwindigkeit im Nullpuncte aus dem Grunde die grösste, weil die Wirkung der Attraction in der Verticalen die grösste ist, so überträgt man die accelerirte Bewegung des fallenden Körpers auf das Pendel und scheint zugleich zu vergessen, dass es sich in Folge einer erhaltenen Impulsion bewegt. Beschreibt dieses Pendel in der Verticalebene einen Kreis, so wird es ebenso wie die in derselben Ebene geschwungene Schleuder vom Nullpuncte an bis zum Scheitelpuncte — also während 180 Grade — eine abnehmende Geschwindigkeit haben und da sein Minimum erreichen, von dem Puncte der 180 Grade wird es sich beschleunigen etc.

Diese variable Geschwindigkeit erinnert uns an das Perihel und Aphel, und wir haben gesehen, dass die Theorie in der That die Erdbewegung um die Sonne sich auf diese Art vorstellt. Aber wo ist die Analogie zwischen der Bewegung des Pendels und eines Planeten? Dieses Pendel da kreiset wirklich um einen Mittelpunct, seine Bewegung aber wird nicht durch seinen Aufhängepunct geregelt, denn nicht in ihm liegt die Attraction, sondern in der Erde. Die variable Geschwindigkeit des Pendels ist somit das Werk der Erdanziehung, welche sich eben nach der

Digitized by Google

Entfernung desselben in den verschiedenen Puncten des Kreises verhält. Das Pendel kreiset um den Mittelpunct, es wäre aber absurd zu sagen, dass es sich diesem Mittelpuncte abwechselnd nähert und sich von ihm wieder entfernt, es wäre absurd zu sagen, dass es gegen den Mittelpunct fällt, denn es fällt gegen die Erdoberfläche.

Aus dieser Bemerkung könnte man folgern, dass, wenn die Erde sich von der Sonne entfernt und sich ihr wieder nähert, wenn die Erde mit variabler Geschwindigkeit sich bewegt, so kann die Ursache davon nicht im Centrum, in der Sonne liegen, sondern es muss auf sie eine andere äussere Kraft einwirken.

Das horizontal kreisende Pendel oder die horizontale Schleuder gibt uns über diesen Umstand einigen Aufschluss; auch diese kreiset um den Mittelpunct, ihre Bewegung aber ist eine gleichförmige, ihre Geschwindigkeit bleibt dieselbe; da sie von der Erdoberfläche stets in derselben Entfernung bleibt, so findet keine Aenderung in der Attraction, keine Acceleration und keine Retardation der Bewegung statt. Ist dieses Pendel sich selbst überlassen, wird die Schleuder nicht mit erneuerter Kraft geschwungen, so werden beide in Folge der permanenten Einwirkung der Erdanziehung immer kleinere Kreise beschreiben. Hieraus ist schon ersichtlich, dass sie keine geschlossenen Kreise beschreiben können, sondern nur eine fortgesetzte Spirale, bis endlich der letzte Kreis sich in einen Punct verwandelt und damit die Bewegung aufhört.

Was würde nun die Folge sein, wenn ein Himmelskörper auf diese Art um einen anziehenden Mittelpunct kreiset? Eine beständige Annäherung zum Centrum, die fortgesetzte Spirale bis zum endlichen Falle, bis zur Vereinigung des angezogenen Körpers mit dem anziehenden. Dieser Umstand brachte jene Ideen hervor, welche sich die Theorie über die Centrifugalkraft, über die Tangentialgeschwindigkeit etc. gemacht hat.

[25.] Fall der Körper, Pendelbewegung und Schleuder sind die drei irdischen Phänomene, aus welchen die Begriffe über die Himmelsmechanik entstanden sind: diese drei Dinge, obwohl in Bezug auf die Erdanziehung in unverkennbarem Zusammenhang, sind nicht ein und dasselbe; werden ihre Erscheinungen mit einander vermengt, so entstehen auch gemengte Begriffe.

Stellen wir uns ein in der Verticalebene oscillirendes Pendel vor, dessen Länge eben 4·9044 Metres oder gleich dem Raume ist, den der freifallende Körper in der ersten Secunde durchlaufen soll. Die Dauer einer seiner Oscillationen ist die Quadratwurzel seiner Länge; es sei die Länge des Secundenpendels = 0·993 Metres, so gibt unser Pendel 2·2068 Secunden. Setzen wir voraus, dass es von seiner horizontalen Lage fällt und somit während einer Oscillation 180° beschreibt. Es fällt mit einer accelerirten Geschwindigkeit bis zum Nullpuncte genau die Länge von 4·9044 und steigt von da eben so viel mit einer retardirten Geschwindig-

Digitized by Google

keit bis zum Puncte 90°, somit hat es den Raum des Halbkreises von 15·408 Metres durchgelaufen; den Vollkreis von 30·816 Metres wird es somit in 4″4136 beschreiben. Der frei fallende Körper fällt aber während einer Oscillation des Pendels 24, und in der doppelten Zeit 96 Metres. Die Geschwindigkeit des Pendels ist somit — verglichen mit jener des freien Falles — durch die Erdanziehung retardirt. Dass der Unterschied zwischen den beiden Geschwindigkeiten mit der Länge des Pendels und mit der Fallhöhe wächst ist an sich klar.

J. Herschel sagt in seiner Astronomie (p. 234):

„Wird ein Stein um das Ende eines Fadens geschwungen, so dehnt „er den Faden (Schnur oder Strang) durch die Centrifugalkraft aus, „welche mit dem Wachsen der Rotationsgeschwindigkeit endlich den „Faden reissen und den Stein entschlüpfen lassen wird. Der Stein kann „aber durch eine hinlängliche Rotationsgeschwindigkeit den Faden in die „grösstmöglichste Spannung bringen, ohne dass dieser reisst, und wissen „wir, welches Gewicht er erträgt, so ist die hiezu nöthige Geschwindigkeit „leicht berechnet. Stellen wir uns nun einen mit dem Mittelpuncte der Erde „verbundenen Faden vor, der an ihrer Oberfläche ein Gewicht bewegt „und dessen Stärke eben hinlangt, das Gewicht zu ertragen. Stellen wir „uns indessen vor, dass keine Anziehung (Gravity) vorhanden ist und „dass das Gewicht mit einer begrenzten Geschwindigkeit circulirt, welche „eben der Fadenstärke entspricht, dann wird seine Spannung genau „gleich sein dem Gewichte des kreisenden Körpers, und jede Gewalt, „welche den Körper beständig gegen das Centrum mit einer seinem Ge„wichte gleichen Kraft urgirt, wird das Werk des Fadens ausüben und „dessen Stelle vertreten, wenn derselbe reisst. Lassen wir ihn nun „reissen und an seiner Stelle die Schwere agiren, und der Körper wird „wie früher circuliren: seine Neigung gegen das Centrum oder sein Ge„wicht wird genau balancirt durch die Centrifugalkraft. Nachdem der „Halbmesser der Erde bekannt ist, so können wir die Zeitperiode berech„nen, während welcher ein solcher Körper um sie kreiset, und diese Zeit „ist 1ʰ23′22″.

„Machen wir dieselbe Rechnung für einen Körper in der Mondes„ferne, vorausgesetzt dass sein Gewicht oder seine Schwere dieselbe wie „auf der Erdoberfläche ist, so finden wir die dazu nöthige Periode von „10ʰ45′30″. Die gegenwärtige Periode der Mondesrevolution ist aber „27ᵗ7ʰ43′, und hieraus ist es klar, dass des Mondes Geschwindigkeit bei „Weiten nicht hinlangt, um ihn gegen eine solche Kraft zu erhalten, „vorausgesetzt dass er in einem Kreise circulirt, oder wenn wir — einst„weilen — die kleine Ellipticität seiner Bahn vernachlässigen. Damit ein „Körper in der Mondesferne (oder der Mond selbst) fähig sei, seine „Distanz von der Erde durch die äusserste Anstrengung seiner Centri„fugalkraft zu erhalten, während seine Umlaufszeit jene des Mondes ist,

Digitized by Google

„so erscheint, dass die Schwere anstatt ihrer Intensität auf der Oberfläche „nahe 3600mal weniger kräftig sei, oder mit andern Worten, dass ihre „Intensität durch die Entfernung des Körpers, auf welchen sie einwirkt, „so abgeschwächt werde, dass sie fähig sei, in ihm während derselben „Zeit nur den 3600sten Theil jener Bewegung zu erzeugen, welche sie der- „selben Masse Materie auf der Erdoberfläche mittheilen würde."

Wir sehen, dass Herschel von dem Falle der Körper abgegangen ist und sich an die Schleuder gewendet hat. Aber welchen Umweg hat er gemacht, welchen Ideengang, wie viele Suppositionen musste er anwenden? Er bemerkt noch, dass die Entfernung — die Fadenlänge — sich verhält wie das Quadrat der Revolutionsdauer = einem Umschwunge der Schleuder, und da die Mondesferne um etwas geringer als 60mal der Erdradius ist, so ist die Proportion der Schwere wie 1 zu 60^2, also wie 1 zu 3600 und um diese Zahl ist die Erdschwere in der Mondesferne vermindert.

Der Stein in der Schleuder ist der Mond; der Faden der Schleuder — der radius vector des Mondes — ist die Attraction selbst; der Faden wird durch die Centrifugalkraft gespannt, welche den Mond von der Erde zu entfernen trachtet; die Spannung des Fadens ist gleich dem Gewichte des circulirenden Körpers, woraus hervorgeht, dass das Gewicht des Mondes gleich der Centrifugalkraft ist; die Erdanziehung trachtet den Stein — den Mond — in den Erdmittelpunct zu ziehen, und die Neigung des Mondes gegen das Erdcentrum oder das Gewicht des Steines in der Schleuder ist durch die Centrifugalkraft balancirt; die Centrifugalkraft ist gleich der Schwere; die Kraft, welche die Schleuder schwingt und ihre Geschwindigkeit hervorbringt, kommt gar nicht in Betracht, Schwere und Centrifugalkraft agiren allein; es ist aber decidirt, dass die Schwere Bewegung hervorbringt und zugleich die Centrifugalkraft erzeugt; je grösser die Schwere desto schneller die Bewegung, desto grösser die Centrifugalkraft; es ist die Schwere, die den Mond in seiner Bahn bewegt und erhält, sie muss aber der Geschwindigkeit des Mondes proportional sein, wirkt sie so stark wie auf der Erdoberfläche, so läuft der Mond davon, wirkt sie weniger als es der Mond verlangt, so bewegt er sich gar nicht. Aus der Summe dieser Ideen geht aber hervor, dass es ganz indifferent ist, ob der Mond von der Erde weiter oder ihr näher ist, ob er sich schneller oder langsamer bewegt, denn die Centrifugalkraft hält unter allen Umständen der Schwere das Gleichgewicht.

Um die Umschwungsdauer einer Schleuder von gegebener Länge zu finden, ist es gar nicht nöthig, selbe mit einem gewichtigen Körper zu belasten, ihr Faden allein reicht dazu hin.

Wir haben bemerkt, dass die Schleuder nichts anderes als ein circulirendes Pendel ist. Stellen wir uns einen unbiegsamen (Metall-) Faden von der Länge des Secundenpendels so aufgehängt vor, dass er sich nach

Digitized by Google

allen Richtungen mit Leichtigkeit bewegen könne. Dieses Pendel lässt sich in die kreisende Bewegung versetzen, und von seiner verticalen Lage an kann sein Endpunct graduell immer grössere und grössere Kreise beschreiben, bis es in die horizontale Lage kommt und den grössten Kreis durchlauft. Alle diese Kreise beschreibt das Pendel in derselben Zeit von 2″. Betrachten wir näher was da vorgeht, so finden wir 1.: der Metallfaden beschreibt Kegel, deren Basis der seinem Winkel entsprechende Kreis ist, mit den Kreisen wächst der Winkel des Kegels von Null bis 180°. 2. Die numerische Grösse der Kreise ist durch den Winkel gegeben, die Halbmesser aller Kreise sind die Sinuse der halben Kegelwinkel, dem grössten Kreise entspricht somit der Sinus von $90^0 = 1$: der Halbmesser dieses Kreises ist die Pendellänge selbst. 3. Alle Puncte des Fadens beschreiben Kreise, deren Halbmesser im Verhältniss ihrer Entfernung vom Aufhängepuncte sind; jeder Punct des Fadens bewegt sich mit einer andern Geschwindigkeit; da alle Kreise in derselben Zeit beschrieben sind, so verhalten sich die Geschwindigkeiten wie die Halbmesser der Kreise. 4. Damit das Pendel einen stets grösseren Kreis beschreibe, sich von der Erdoberfläche graduell entfernend in eine höhere Lage komme, muss die Impulsivkraft vergrössert werden; indem die Kräfte sich wie die Geschwindigkeiten verhalten, so wird der grösste Kreis auch die grösste Impulsivkraft erfordern. 5. Im grössten Kreise hat die Geschwindigkeit des Endpunctes ihr Maximum erreicht. Es ist selbstverständlich, dass das Pendel keinen grösseren Kreis beschreiben kann als den, dessen Radius seine Länge ist; eben so verständlich ist es, dass man dem Pendel eine noch grössere Geschwindigkeit mittheilen kann, dann aber wird es den grössten Kreis in einer kürzeren Zeit als in 2″ beschreiben und seine Geschwindigkeit wird der Zeit umgekehrt proportional, während bis zu dem grössten Kreise inclusive die Geschwindigkeiten sich wie die Halbmesser verhalten haben. Der in 2″ beschriebene grösste Kreis ist somit jene Grenze der Geschwindigkeit, welche nach Herschel eben den Faden auf das äusserste spannt, ohne ihn zu reissen. 6. Die Länge des gewöhnlich oscillirenden Pendels ist wie das Quadrat seiner Oscillationsdauer; bei diesem kreisenden Pendel und der Schleuder ist die Länge wie das Quadrat der halben Umschwungszeit. Nennen wir die Dauer einer Circulation „Umlaufszeit“ und die Länge der Schleuder „Entfernung,“ so verhalten sich die Umlaufszeiten wie die doppelten Quadratwurzeln der Entfernung. 7. Die virtuelle oder Raumgeschwindigkeit des Endpunctes des Pendels oder der Schleuder in der Zeitsecunde ist wie ihre halbe Umschwungsdauer multiplicirt mit jener Constante, welche aus dem Producte der Länge des Secundenpendels und der Zahl π hervorgeht. Diese Constante ist, wenn man die Pendellänge am Aequator mit 0·99089 Metres als Einheit nimmt = 3·11297 Metres. Die Zahl π ist eine unbestreitbare Constante, und welche immer

die Pendellänge ist, seine Raumgeschwindigkeit ist gleich seiner Oscillationsdauer multiplicirt mit der gefundenen Zahl.

[26.] Der Aequatorialhalbmesser der Erde ist in Pendellängen ausgedrückt 6,435450; die doppelte Quadratwurzel dieser Zahl ist = 5073·64 und gibt die Anzahl der Secunden, welche die Schleuder verwendet, um vom Erdmittelpunct aus einen Kreis zu beschreiben. Diese Secundenzahl ist um 71″ grösser als jene vom Herschel angegebene; die Ursache der Differenz mag darin liegen, dass vielleicht ein kleinerer Erdhalbmesser genommen und nicht in Pendellängen verwandelt wurde.

Diese Zeit von 1ʰ24′33″64 ist in 24 Stunden 17·0292mal enthalten, woraus folgt, dass die Schleuder während der Rotationsdauer 17 Umdrehungen macht und somit ihre Geschwindigkeit eben so vielmal grösser als die eines Aequatorpunctes in Rotation ist. Die Raumgeschwindigkeit des in der Schleuder enthaltenen Körpers ist demnach 2536·82 × 3·11297 = 7897·14 Metres in der Secunde, jene des Aequatorpunctes = 463·736. Den Erdumkreis von 40,067000 Metres würde der fallende Körper in 2825″6 durchlaufen, den Unterschied macht die grössere Constante des Falles. Eine Schleuder, welche einen Umschwung in 24 Stunden macht, müsste um $(17{\cdot}0292)^2$ = 289·994mal grössere Länge als die halbe Erdaxe haben. Um diese grössere Schleuder zu schwingen, müsste eine Kraft verwendet werden, welche 17mal grösser als jene ist, welche auf die erstere verwendet wurde. Im Allgemeinen nennen wir die Kraft, welche zur Schwingung der Schleuder von der Länge des Secundenpendels erforderlich ist, die Einheit, so ist die Kraft zur Schwingung einer Schleuder von der Länge des Erdradius = 2536·82. Es wird hieraus deutlich, dass die Kraft gleich der Geschwindigkeit ist; sie ist aber auch gleich der Dauer der Schwingung, gleich der Quadratwurzel der Schleuderlänge, beide mit der Constante multiplicirt.

Diese durch den Schleuderschwung hervorgebrachte Geschwindigkeit hat man die Centrifugalkraft, oder auch die Tangentialgeschwindigkeit genannt, und daraus den Satz aufgestellt „die Centrifugalkraft ist gleich dem Quadrate der Geschwindigkeit, getheilt durch den Radius.“ Dieser Satz hat in Bezug auf Kraft und Bewegung seine Richtigkeit, denn in diesem Falle ist die Centrifugalkraft stets = 1, da das Quadrat der Oscillations- oder der halben Schwungdauer gleich dem Radius (der Länge der Schleuder oder des Pendels) ist. Die Folgerung aber, welche man daraus auf die Attraction gemacht hat, ist nicht mehr richtig; die Mechanik sagt, dass die Centrifugalkraft stets gleich der Attraction ist, folglich mit dieser wächst und abnimmt; so sagt auch Herschel, dass die Centrifugalkraft durch die Schwere balancirt ist; wenn demnach in Bezug auf die Erdrotation gesagt wird, dass die Schwere *überwiegt*, so hat man den Satz der hohen Mechanik einfach umgeworfen. Indem man Geschwindigkeit und die sie erzeugende Kraft gleich der Attraction gesetzt

Digitized by Google

hat, musste man schon bei der Einbildung bleiben, dass die Attraction Bewegung hervorbringt, man musste die Idee über eine impulsive, von der Anziehung unabhängige Kraft beseitigen. Wir sehen wie die Schleuder die Ideen corrigirt, sie wird durch eine ihrer Geschwindigkeit proportionelle Kraft in Bewegung versetzt und diese Kraft muss die auf dieselbe ausgeübte Erdanziehung übertreffen; würden sie beide gleich sein, so würde keine Schwingung stattfinden. Wir wissen überdies, dass die Schwungkraft vergrössert, daher die Geschwindigkeit der Schleuder vermehrt werden kann; soll nun die Erdanziehung immer und stets sich nach der verminderten oder vergrösserten Impulsivkraft richten? Es wird wohl unseren Lesern klar sein, dass die Schleuder nicht durch die Attraction geschwungen wird.

Ist die Mondesferne mit 59·5448 Erdradien angenommen, so wird in dieser Ferne die Dauer der Schleuderschwingung 5073·64 × 7·71653 = 39151″ oder 10ʰ 52′ 31″ sein. Die siderische Umlaufszeit des Mondes in Secunden ist 2,360591″5, die synodische = 2,551442″9, woraus folgt, dass die Umschwungsgeschwindigkeit dieser Schleuder für die erstere Periode 60·2947mal, und für die letztere 765·1695mal grösser ist als die Mondesgeschwindigkeit; wollte man eine Schleuder haben, deren Schwingungsdauer gleich sei dem siderischen Mondesumlaufe, so müsste sie (60·2947)² = 3635·45mal die Mondesferne, oder nahe 9mal die Länge der Sonnendistanz haben, also beiläufig in der Entfernung des Uran circuliren. In dieser Distanz ist die Raumgeschwindigkeit der Schleuder 918·555 Meilen in der Secunde, oder 3,674140 Metres, folglich 3635·45mal grösser als die theoretische Mondesgeschwindigkeit, welche hier 1010·6 Metres ist. Zur Schwingung dieser Schleuder ist somit eine um 19575·5 × 60·3747 = 1,180295 grössere Kraft nöthig, als zur Schwingung der Schleuder von der Länge des Secundenpendels.

Herschel hat den Faden reissen lassen, und der freigewordene Körper ward durch die 17fache Rotationsgeschwindigkeit nicht nach der Richtung seiner Tangente in den Weltraum geschleudert, sondern er circulirt um die Erde; hieraus kann man schliessen, dass die Einwirkung der Erdanziehung auf diesen Körper nicht aufhört, sondern *balancirt* ist. Reisst der Faden in der Mondesdistanz, so circulirt der freigewordene Körper gleichfalls um die Erde, denn „die Schwere ist überall gleich der Centrifugalkraft“ die Erde erhält in diesem Falle einen Mond, der in der Distanz des gegenwärtigen, mit einer siderischen Umlaufszeit von 10ʰ 52′ 31″ um ihren Mittelpunct in einer geschlossenen Ellipse nach dem Flächengesetz kreiset; Saturn hat einen Mond, dessen Umlaufszeit, von 22·63 Stunden ist, der seinem Planeten sehr nahe, von dessen Mittelpunct bei 30 Erdhalbmesser entfernt ist. Reisst endlich der Faden jener Schleuder, deren Umschwungsdauer gleich der siderischen Mondesrevolution

ist, so erhält die Erde einen Satelliten, den man nur mit dem Riesentelescop von Herschel entdecken könnte.

Wir sehen aus diesem Umstande, dass um die Erde in jeder Distanz ein Körper circuliren kann, unter der einzigen Bedingung, dass seine Geschwindigkeit sich verhalte wie die Quadratwurzel seiner Entfernung. Es folgt ferner daraus, dass die Erdanziehung eben so zunimmt wie diese Quadratwurzel, oder wie die Dauer des Umschwunges. Wir haben zu bemerken, dass die Einheit der Schleuder oder Pendellänge und ihre Oscillationsdauer, so wie auch der Fall der Körper in der ersten Secunde sich auf die Erdanziehung auf ihrer Oberfläche beziehen, indem man nicht weiss, wie lang das Secundenpendel in ihrem Centrum ist; wird die Schleuder von dem Mittelpunct der Erde aus geschwungen, so setzt dies voraus, dass die Erdanziehung in ihrem Mittelpunct gleich jener auf ihrer Oberfläche ist.

[27.] Die Pendelbewegung ist das einzige Phänomen, aus welchem über die Erdanziehung rationelle Schlüsse gezogen werden können, wenn man es nämlich richtig aufgefasst hat. Betrachten wir die Schleuder als die Ergänzung des Pendels, als ein kreisendes Pendel, so finden wir, dass das gewöhnliche Secundenpendel eigentlich ein Pendel von zwei Secunden ist, woraus wir folgern, dass eine seiner Oscillationen nur die Hälfte seines Umschwunges ist, dass nämlich eine *Revolution* des Pendels darin besteht, dass es zu seinem Anfangspuncte zurückkehrt. Beachten wir diesen Umstand, so müssen wir sagen, dass das gebräuchliche Pendel eine doppelte Schwungzeit haben müsse und folglich das eigentliche Secundenpendel auf der Erdoberfläche viermal kürzer ist, wenn man einen vollbrachten Umschwung aus zwei Oscillationen bestehend, annimmt.

Die Schleuder, wenn sie ihren Vollkreis beschreibt, ist ein specieller Fall des kreisenden Pendels, das alle jene Kreise in derselben Zeit beschreibt, deren Halbmesser zwischen Null und seiner Länge liegen, aus diesem Grunde ziehen wir vor das kreisende Pendel besonders dann in Betracht zu ziehen, wenn wir sein Verhalten, z. B. mit dem Falle der Körper in Rapport bringen. Die Analogie zwischen diesen drei Dingen Fall, Pendel und Schleuder, ist unverkennbar, und da wir gefunden haben, dass in Bezug auf die Erdanziehung Pendel und Fall Gegensätze sind, können wir das zwischen ihnen bestehende Verhältniss angeben.

Der Fallraum von 4·9044 in der ersten Secunde ist als Einheit genommen und erscheint als Coefficient eines jeden Gliedes jener Reihe, welche die Fallgeschwindigkeit während einer gegebenen Falldauer repräsentirt. Die doppelte Quantität des Raumes nannte man die Constante der Schwerkraft; sie ist aber nicht die Fallgeschwindigkeit einer Secunde, sondern ihre Zunahme in den folgenden Secunden, sie stellt die Acceleration vor. Will man demnach die Fallgeschwindigkeit seinen Rechnungen

Digitized by Google

zu Grunde legen, so kann man nur jene der ersten Secunde anwenden. Diese 4·9044 Metres enthalten aber schon eine Acceleration, welche in der Pendelbewegung nicht mehr enthalten ist, indem während einer Oscillation — deren eine Hälfte accelerirt, die andere retardirt vorgeht — sich die mittlere gleichförmige Bewegung herstellt. Die Differenz zwischen den beiden constanten Coefficienten ist 4·9044 — 3·1130 = 1·7914 Metres. Sind nun Fallhöhe, Pendel- und Schleuderlänge gleich, so ergeben sich folgende Verhältnisse, wenn wir von den Coefficienten abstrahiren.

Die Falldauer ist gleich der Quadratwurzel der Fallhöhe, die mittlere Fallgeschwindigkeit ist gleich der Falldauer.

Die Oscillationsdauer des Pendels ist gleich der Quadratwurzel seiner Länge, seine Geschwindigkeit verhält sich wie seine Oscillationsdauer.

Die Umschwungsdauer der Schleuder ist die doppelte Quadratwurzel ihrer Länge und ihre Geschwindigkeit ist gleich der halben Umschwungsdauer.

In Bezug auf den Fall der Körper kann man grundhältig sagen, dass ihre Bewegung durch die Erdanziehung hervorgebracht ist, man kann aber nicht sagen, dass diese Attraction die Masseneinheit mit einer Geschwindigkeit bewegt, welche durch 4·9044 oder durch 9·8088 in der Secunde repräsentirt sind, denn erstens ist die Masseneinheit imaginär, zweitens ist die Bewegung des Falles eine beschleunigte. Aus diesem Grunde ist die Anwendung dieser Zahlen eine unrichtige. Anders ist es mit dem Pendel und der Schleuder, deren Bewegung nicht durch die Attraction hervorgebracht wird, sondern durch eine impulsive Kraft. Ihre Länge mit der Dauer ihrer Oscillation oder Schwingung in Rapport gebracht, kann als Einheit betrachtet werden, nur haben wir die Begriffe zu corrigiren und müssen sagen, die Schwingungsdauer und Geschwindigkeit eines Pendels von gegebener Länge repräsentiren jene Kraft, welche nöthig ist unter der Erdanziehung selbe hervorzubringen.

Wird durch den Fall der Körper die Erdanziehung auf den Mond oder die Sonnenanziehung auf die Erde gesucht, so lässt man die Fallgeschwindigkeit mit dem Quadrate der Entfernung abnehmen, woraus dann der Schluss folgt, dass die Geschwindigkeiten der Planeten sich umgekehrt verhalten wie die Quadrate ihrer Entfernungen und die erzeugte Geschwindigkeit der Anziehung oder der anziehenden Masse direct proportional ist. Wendet man die Schleuder an, so belässt man die Erdanziehung in dem Verhältnisse der Entfernung (ihrer Länge), Umschwungsdauer und Geschwindigkeit; woraus folgt, dass die Erdanziehung zunimmt, wie die Quadratwurzel der Schleuderlänge.

Wenn demnach aus dem Umstande, dass die Schleuder in der Mondesferne eine 60 mal kürzere Umschwungsdauer, eine 60 mal grössere Geschwindigkeit als der Mond hat, Herschel den Schluss zieht, dass die

Digitized by Google

Erdanziehung auf den Mond 3600mal *kleiner* sein müsse als auf die Schleuder, so ist dies kein Schluss aus dem Phänomen der Schleuderbewegung, sondern nur ein Raisonnement nach dem Quadratgesetz Newton's. Die Schleuder ist da, um ganz das Gegentheil zu beweisen; hat man aufgestellt, dass die hervorgebrachte Geschwindigkeit der Attraction proportional ist, so kann man ein anderesmal nicht wieder aufstellen, dass sie mit der Abnahme der Attraction zunimmt. Die Geschwindigkeit der Schleudereinheit auf der Erdoberfläche ist = 3·11297 Metres; jene des Mondes in seiner siderischen Bahn = 1010·6 Metres in der Secunde, in der Mondesferne ist somit die Geschwindigkeit 324·64 mal grösser, folglich nimmt sie mit der Entfernung zu; in der That, multiplicirt man diese Zahl mit 3635·45, so erhält man 1,180295 als die Secundenzahl der halben Mondesumlaufszeit, als die zur Schwingung der Schleuder nöthige Kraft, woraus dann hervorgeht, dass die Erdanziehung auf den Mond nicht 3600mal kleiner als auf die Schleuder, sondern mehr als 1,000000mal grösser ist.

Herschel hätte zwei Umstände zu betrachten gehabt, erstens ist die Umschwungsdauer der Schleuder, wenn ihre Länge gleich der Mondesdistanz ist, 60mal kürzer als die Mondesrevolution, welche Anziehung ist nöthig, damit diese Schleuder ihren Umschwung in 27·3 Tagen vollende? offenbar eine 60mal grössere; zweitens ist die Länge der Schleuder 3600mal grösser als die Mondesferne, wenn ihre Umschwungsdauer gleich des Mondes siderischer Revolution ist, welche Anziehung gehört dazu, um ihre Länge auf ein 60stel zu reduciren? offenbar eine 60mal grössere, indem die Entfernung das Quadrat der Schwungdauer ist.

Wir haben bereits bemerkt, dass die auf den Mond ausgeübte Erdanziehung auf die Art der Theorie zu suchen, ein unnützes Spiel ist; die Ursache aber, warum alle diese Calculs gar keinen Werth haben, ist, dass die Mondesbewegung nicht von der Erdanziehung allein abhängt, der Mond von der Sonne eben so angezogen wird als die Erde: das konnte Newton eben so gut wie Laplace wissen; in welchem Verhältnisse aber diese beiden Anziehungen sind, das kann weder der Fall der Körper, noch die Schleuder wissen.

[28.] Betrachten wir noch die Schleuder in Bezug auf die Sonnenanziehung. Die Dauer der um die Erde geschwungenen Schleuderzeit von 5073″64 ist in dem tropischen Jahr 6219·78mal enthalten; die halbe Quadratwurzel dieser Zahl ist = 39·432.

Lassen wir die irdische Schleuder um den Sonnenmittelpunct schwingen, deren Halbmesser gleich 112·06 Erdhalbmesser enthält, so ist die Dauer einer ihrer Schwingungen $5073''64 \times \sqrt{112·06} = 53708''7$; ist die Erde in der Entfernung von 218·1549 Sonnenhalbmessern, so wird die Schleuder in dieser Distanz $53708''7 \times \sqrt{218''1549} = 793280''$ verwenden,

um einen Umschwung zu machen. Also 14ʰ55′8″7 im ersten, 9′4ʰ21′20″ im zweiten Fall benöthigen. Die Anzahl dieser letzteren Tage ist im Jahre 39·872mal enthalten; das Quadrat dieser Zahl ist 1589·78, woraus folgt, dass die Schleuder, deren Schwingung die Jahresdauer hat, 1589·8-mal die Länge der Sonnenferne haben müsste, eine Länge, welche die Linearausdehnung des Sonnensystems bei 33mal übertrifft. Zur Schwingung dieser Schleuder ist eine 15,779070mal grössere Kraft nöthig als zu jener der Schleudereinheit; diese Zahl ist die halbe siderische Umlaufszeit der Erde in Secunden ausgedrückt. Die Raumgeschwindigkeit derselben ist gleich der die Kraft ausdrückenden Zahl, multiplicirt mit der Constante von 3·11297, was 49,119700 Metres oder 12280 Meilen in der Secunde gibt. Dividirt man diese Meilenzahl durch 1589·78, so erhält man 7·724 als jene Geschwindigkeit in der Secunde, welche der Erde in ihrer theoretischen Bahn zukommt. Diese Rechnung steht demnach folgends. Die Schleuderlänge ist das Quadrat ihrer halben Umschwungszeit. Die halbe Umlaufszeit der Erde ist in Secunden 15,778464″5, das Quadrat derselben = 248,960000 Millionen, welche eben so viele Schleuderlängeneinheiten vorstellen; eine Meile enthält 4036·776 Secundenpendellängen; die Sonnenferne enthält somit 38,927500mal diese Quantität Pendellängen, welche 1589·78mal genommen, das Quadrat der halben Erdrevolution gibt.

Welche Schlüsse soll man aus diesen Zahlenverhältnissen ziehen? Die 39·87fache Geschwindigkeit der Schleuder in der Sonnendistanz deutet auf eine eben so vielfach grössere Anziehung der Sonne auf die Erde; soll man schliessen, dass die *Schwere* auf der Sonne 39·87 ist, was eine Masse von 63388 Erdmassen gibt? Eine 39·87mal grössere Attraction gibt ein 1589·78mal kürzeres Secundenpendel und in der That erhält man mit einem auf diese Art reducirten Pendel das Quadrat der halben Umlaufszeit, woraus man zu schliessen hätte, dass das irdische Secundenpendel auf die Sonne gebracht, eine Oscillation in 39·87 Secunden macht und dass das eigentliche Secundenpendel auf der Sonne = 0.2485 Millimetres lang ist.

Wir haben dieses Beispiel genommen, um zu zeigen, dass man in Bezug auf die Sonne und die Erde aus dem Phänomen der Schleuderschwingung Schlüsse ziehen, ja die Entfernung der Sonne selbst annähernd finden kann, was in Bezug auf Mond und Erde nicht der Fall ist. Was die Sonnenanziehung auf die ihr System bildenden Weltkörper anbelangt, darauf werden wir später zurückkommen und Andeutungen suchen. Einstweilen haben wir uns den Begriff geholt, dass die Wirkung der Attraction auf das Pendel oder die Schleuder ist, entweder ihre Länge zu verkürzen, wenn die Oscillationsdauer constant sein soll, oder diese zu vergrössern, wenn die Länge dieselbe bleibt. Bei der constanten Action

Digitized by Google

derselben Anziehung verhält sich die Pendellänge — welche immer sie sei — wie das Quadrat ihrer Oscillationsdauer.

[29.] Ist es eine anerkannte Thatsache, dass die Oscillationsdauer des Pendels mit seiner Länge, und zwar wie die Quadratwurzel dieser Länge zunimmt, so hat man dadurch einen Anhaltspunct zum Studium der Erdanziehung. Will man aus dem Phänomen brauchbare, stichhältige Schlüsse ziehen, so muss man sich strenge an jene Grundbegriffe halten, welche die Wissenschaft als *correcte* erkannt hat. Fragt man z. B. nach der Ursache, warum ein längeres Pendel langsamer oscillirt, warum die Dauer seiner Oscillation wächst, so kann man wohl keinen andern rationellen Grund angeben, als die stärkere Wirkung der Attraction, woraus dann sogleich der Begriff folgt, dass die Erdanziehung auf die Länge des Pendels, und zwar im Verhältniss der Quadratwurzel desselben einwirkt. Diese Proportionalität der Attraction mit der Länge des angezogenen Körpers führt uns zur Analogie in Bezug auf seinen freien Fall; die Erdanziehung wirkt auf ihn in demselben Verhältniss der Quadratwurzel seiner Fallhöhe. Vergrössert sich demnach die Anziehung, so wächst die Oscillationsdauer des Pendels in directem Verhältniss. Wächst die Wirkung auf den fallenden Körper, so wird seine Fallgeschwindigkeit sich direct wie die Anziehung verhalten. Fragen wir nun, was wird der Körper — entfernt von der Erdoberfläche — machen, wenn keine Attraction da ist? Die Frage setzt voraus, dass die Erde selbst nicht da ist, folglich der Körper von keiner Materie angezogen wird; es ist klar, dass in diesem Falle der Körper im Weltraume *gravitirt* und sich in dem Zustande befindet, welcher dem abstracten Begriff der Mechanik entspricht; die geringste Impulsion nämlich wird diesen Körper in eine ewige Bewegung versetzen.

Dass ein Körper am Aequator langsamer fällt als an den Polen, ist somit grundfalsch, denn auf diese Art müsste die Attraction auf ihn die entgegengesetzte Wirkung hervorbringen. Der Satz fliesst auch nicht aus den Beobachtungen, er ist die Frucht der verkehrten Begriffe. Die erzeugte Geschwindigkeit verhält sich direct wie die impulsive Kraft; die Grösse der Beschleunigung des Falles ist somit direct wie die Zunahme der Anziehung. Nimmt die Dichte der Materie zu, so nimmt auch seine anziehende Kraft zu und das Verhältniss zwischen beiden ist ein directes. Je dichter die Erdmaterie, eine desto stärkere Anziehung wird sie ausüben, die Oscillationsdauer des Pendels und die Fallgeschwindigkeit vergrössern. Es ist demnach grundfalsch zu sagen, dass „ein eisenhaltiger Boden den Schlag des Pendels beschleunigen, eine weite Wasserfläche hingegen ihn verzögern kann.“ Durch welche Mittel immer man die Anziehung auf das Pendel vergrössert, sei es durch angehängte Gewichte, welche trachten, dasselbe gegen den Erdmittelpunct zu ziehen, sei es — wenn das Pendel von Eisen ist — durch unterlegte Magnete etc., so wird

seine Oscillationsdauer genau im Verhältniss der vergrösserten Anziehung zunehmen, was durch die Anzahl der Schwingungen während einer gegebenen Zeit wahrnehmbar ist, indem diese Anzahl im Verhältniss der grösseren Schwungdauer abnimmt.

Alle Erscheinungen deuten an, dass die Wirkung der Erdanziehung in der Richtung eines Radius der Erde sich äussert, welcher verlängert durch den angezogenen Körper geht. Nur aus diesem Umstande kann man sich erklären, warum die Pendel derselben Länge unter gleicher Anziehung dieselbe Oscillationsdauer haben, ob sie nun aus sehr dünnen, wenig körperlichen Fäden, oder aus einer voluminösen und massiven Materie bestehen, und warum ein jeder Körper — schwer oder leicht — mit derselben Geschwindigkeit fällt? Es ist demnach dieser Erdradius, der selbst an sich ohne *Dicke* ist, als Repräsentant der Erdanziehung erscheint, er wirkt *mit* und *durch* seine einzige Dimension mit seiner Länge, und seine Wirkung ist dieser Länge proportional.

Ist der Satz angenommen, dass „bei gleicher Dichte der Materie die Anziehungen an der Oberfläche der Sphären sich wie ihre Halbmesser verhalten," so ist er auf die Erdanziehung anzuwenden; hieraus folgt, dass die Attraction auf den verschiedenen Puncten der Erdoberfläche gleich ist den Längen ihrer diesen Puncten entsprechenden Halbmesser. Es ist kein Grund vorhanden, diesen Satz abzuändern und zu sagen, „die Erdanziehung nimmt ab, wie das Quadrat ihres Halbmessers zunimmt, denn wo Thatsachen sprechen, dort bedarf man der Suppositionen nicht. Es ist somit eine grobe Täuschung zu sagen, dass am Aequator, wo der Erdradius der längste, wo die Erdmasse die grösste ist, die Attraction abnimmt und die Körper langsamer fallen.

Es ist eine erwiesene Thatsache, dass dasselbe Pendel am Aequator eine grössere Oscillationsdauer hat, weniger Schwingungen in 24 Stunden macht als am Pole oder an höheren Breitengraden. Dieses Factum kann die Theorie nicht abläugnen, sie ist aber der — überflüssigen Meinung, dass, würde die Erde keine Rotation haben, die Rotation keine Centrifugalkraft erzeugen, so würde das Pendel am Aequator schneller oscilliren als an den Polen, weil die Attraction dort stärker wirkt. Würde die Erde keine Rotation haben, so würde sie auch nicht abgeplattet sein, denn die Anhäufung der Materie ist das Werk der Rotation; soll sie ihr eigenes Werk zerstören, die angehäufte Masse nebst ihrer Anziehung zugleich vernichten?

Würde die Bewegung (Geschwindigkeit) die Attraction in der Wirklichkeit aufheben, so gäbe es keine Universalanziehung, ja auch keine partielle unter den Körpern des Sonnensystems, denn alle bewegen sich schnell; und hat die 76mal grössere Translationsgeschwindigkeit der Erde keinen Einfluss auf das Pendel?

Digitized by Google

Die Theorie meint, dass die Centrifugalkraft nicht die ganze Attraction vernichtet, sondern einen Theil derselben als *Ueberschuss* lässt; es scheint, dass die Theorie nicht weiss, was eigentlich hier vorgeht, und die ganze Grösse des Unheils, welches die Centrifugalkraft anstiftet, nicht kennt. Am Pole pflegt sich die Centrifugalkraft nicht aufzuhalten, dort belässt sie die Attraction in ihrer Integrität, die Pendelschwingung ist somit dort eine normale. Am Pole soll dasselbe Pendel um 223″ täglich voreilen, d. h. dieses Pendel macht am Aequator um 223 Oscillationen *weniger*. Da nun die grössere Anziehung die Bewegung beschleunigt, so würde dieses Pendel am Aequator — ohne Centrifugalkraft — 223 Oscillationen *mehr* machen als am Pol; woraus dann ersichtlich ist, dass die Centrifugalkraft nicht nur die Totalität der Attraction vernichtet, sondern auch überdies eine ihr gleich grosse Gegenanziehung hervorgebracht hat, denn der Unterschied zwischen den gegenwärtigen und den sein sollenden Oscillationen in 24 Stunden ist = 446. Ist überdies die Centrifugalkraft gleich der Attraction, was die hohe Geometrie so entschied, so ist die Erdanziehung am Aequator $^1/_{288}$ und am Pol = 0, d. h. am Pol hat die Erde gar keine Anziehung. Aus dieser Bemerkung kann man entnehmen, dass, wenn die Centrifugalkraft etwas perturbirt, vermindert oder abschwächt, dieses Etwas das — Gehirn ist, dessen Quantität — nach Aesculap — mit dem Verstand in directem Verhältniss sein soll.

[30.] Ist die Erdmaterie homogen, ihre Dichte in der Richtung eines Radius überall gleich, so verhält sich ihre Anziehung auf der Oberfläche wie die Länge des Radius, woraus folgt, dass auf der formlosen Erde die Asperitäten — Höhen und Tiefen — die Pendelbewegung modificiren, dass man demnach nicht sagen kann, „das Pendel macht dieselben Oscillationen an allen Puncten des Aequators," denn was von den Breitengraden gilt, muss auch für den Umkreis des Aequators gelten. Kommt demnach zur Variation des Halbmessers die Variation der Dichte, so entstehen abermals Modificationen; die normale Dichte der Erde aber wird aus den Pendelbobachtungen so lange nicht hervorgehen, als die normale Länge des Erdradius unbekannt bleibt und nicht ein Erdpunct ermittelt wird, auf welchem die Materie von der Oberfläche an bis in das Centrum homogen ist. Wir sehen hieraus, dass die Erdanziehung auf das Pendel oder überhaupt auf einen Körper die Resultante ist zwischen dem Radius und der Masse: indem das quantitative Verhältniss zwischen beiden nicht bestimmbar ist, können wir von demselben abstrahiren und die Länge des Radius allein als wirksam annehmen. Aus dieser Annahme folgt: ist die Anzahl der Oscillationen der Pendel dieselbe, so verhalten sich ihre Längen *umgekehrt* wie die Erdradien; sind die Pendel an Länge gleich, so verhalten sich ihre Oscillationsdauern *direct* wie die Erdradien.

Diese Bemerkungen vorausgesetzt können wir die bekannten Verhältnisse der Erddimensionen betrachten. Es ist selbstverständlich dass,

Digitized by Google

bei der Bestimmung der Länge beider Erdaxen und der Abplattung die Figur der Erde nur vergleichsweise — in grossen Zügen — angegeben werden kann und die unzähligen verschiedenen Höhen und Tiefen nicht in Betracht gezogen werden, welche doch auf die Pendelbewegung von entscheidendem Einflusse sind. Aus diesem Grunde ist der Calcul nur als ein solcher richtig, nicht aber in Bezug auf die wirkliche Figur der Erde.

Die Differenz zwischen den beiden Erdaxen ist mit 21256 Metres angegeben; das Mittel als Halbmesser einer sphärisch gedachten Erde ist 6,366193 Metres. Um einen Ausgangspunct zu haben, nennen wir dieses Mittel die Einheit des Erdradius, der somit dem Breitengrad von 45° entsprechen soll: nennen wir auch das diesem Radius zugehörige Secundenpendel die Einheit. Das Verhältniss zwischen den beiden Axen ist wie 1 zu 0·996667 oder wie 1 zu 1·003345. Die mittlere Axe verhält sich zur grossen wie 1 zu 1·001672, zur kleinen wie 1 zu 0·998334. Diese drei Verhältnisse geben der Reihe nach die Abplattung von $^1/_{300\cdot001}$, $^1/_{299\cdot001}$ und $^1/_{299\cdot501}$ als Mittel. Indem die gefundenen Verhältnisse zugleich die Grösse der Anziehung bezeichnen, welche im Mittel = 1 ist, so folgt: Oscillationsdauer des Secundenpendels am Aequator 1·00166944 und am Pole 0·99833056. Die Differenz zwischen beiden ist = 0·00333888 und das Mittel = 1. Aus der Oscillationsdauer, aus ihrem Quadrate folgen die Pendellängen; jene am Aequator ist = 0·996665 und jene am Pole = 1·003344. Aus diesen Längen endlich folgen die Oscillationen während 24 Stunden, am Aequator 86256·0, am Pol 86544·5, ihre Differenz ist = + 288·5. Da das mittlere Pendel in dieser Zeit 86400 Schwingungen macht, so sind die Differenzen ∓ 144″25. Dasselbe Pendel, welches am Aequator 86400 Oscillationen macht, wird am Pole um 288·5 Schwingungen mehr machen, und umgekehrt, macht das Pendel am Pole 86400 Schwingungen, so macht es am Aequator um 288·5 weniger. Auf jede Stunde kommen ± 12 Oscillationen als Differenz. Die Zwischenstationen sind somit durch die Anzahl von Schwingungen bestimmt: könnte man mit den Breitengraden eine gleichförmige Ab- oder Zunahme derselben annehmen, so würde die Acceleration gegen die Pole hin mit jedem Grade bei 3·2055 Oscillationen betragen und das Pendel um 0·0007421 verlängern.

Ist die Zunahme der Schwingungszahl am Pol 223″, so entfallen auf jeden Grad bei 2″5. Gibt das Pendel in London um 135″ mehr als am Aequator, so ist die Acceleration nahe 2″7 für den Grad.

Die Länge des Secundenpendels in Berlin ist = 0·99414 Metres; der Polhöhe dieses Erdpunctes von 52°30′16″7 entspricht der Erdradius von 6,364028 Metres; er ist um 12793 Metres kürzer als jener des Aequators, um 8463 länger als jener des Poles, die beiden Zahlen geben die Summe

Digitized by Google

von 21256 Metres, endlich ist er um 2165 Metres kürzer als der mittlere Halbmesser.

Am Aequator würde dieses Berliner Pendel 86226·5, und an den Polen 86515 Oscillationen in 24 Stunden machen; die Differenzen von — 173·5 und + 115 geben den Unterschied von 288·5 zwischen Aequator und Pol. Aus dieser Pendellänge folgt jene am Aequator mit 0·99214 und für den Pol mit 0·99547; die zwei Differenzen sind + 0·00200 und — 0·00133 und ihre Summe ist = 0·00333, so wie wir sie gefunden haben. Theilt man 86400 durch 288·5, so erhält man 299·5 als Zahl der mittleren Abplattung. 223″ geben die kleinere Abplattung von $^1/_{387\cdot4}$.

Wir sehen aus diesen Annäherungen, dass die Centrifugalkraft doch nichts verdorben hat und die Attraction ungehindert fortwirkt; nur geht aus dem Pendel hervor, dass sie die Bewegung nicht accelerirt, sondern retardirt.

Geben die Pendelbeobachtungen diese hier gefundenen Zahlen nicht, so liegt die Ursache nicht in den Hypothesen, sondern in der menschlichen Schwäche, welche nicht erlaubt, dass man zur genauen Kenntniss der Erddimensionen und ihrer Massenverhältnisse gelange.

Den sogenannten analytischen Bestimmungen über die Erdabplattung, so wie diese Newton und die Geometer gemacht haben, kann man keinen Werth beilegen. Die Suppositionen, dass die Erde ursprünglich im flüssigen Zustand eine geometrische Sphäre war und aus einer homogenen Materie bestand, sind viel zu leer und impliciren überdies, dass die Erde erst später, nachdem sie sich schon zur Sphäre geballt hat, zu ihrer Rotation gekommen ist. War die Sphäre eine geometrisch reguläre, so muss auch das Sphäroid regulär sein, was durch die Figur der Erde nicht nachweisbar ist. Um die Grösse der Centrifugalkraft am Aequator herauszucalculiren, muss die Analyse die Geschwindigkeit kennen, welche sie hervorbringt; diese Geschwindigkeit ist aber nur durch die Länge der Aequatoraxe gegeben. Newton hat somit nach den annähernden Angaben Picard's über die Dimensionen der Erde calculirt, von der Dichte der Erde war zu jener Zeit noch nicht viel die Rede; wir haben aber gesehen, dass die Grösse der Abplattung eines sphärischen Weltkörpers nicht allein von seinen Dimensionen und seiner Rotationsgeschwindigkeit abhängt, sondern vorzugsweise durch die Dichte oder Cohäsion seiner Materie bedingt ist.

Die directen Messungen, welche auf der Erdoberfläche gemacht wurden, repräsentiren die grösste wissenschaftliche Arbeit, welche der Mensch je vorgenommen hat; die Resultate dieser riesigen Arbeit sind in den Grenzen des Möglichen als befriedigend zu betrachten. Dass die Kenntniss der Erddimensionen von der grössten Wichtigkeit ist, bedarf wohl keiner weitläufigen Auseinandersetzung; alle Entfernungen der zum

System gehörigen Weltkörper wie auch der Ausdruck ihrer Grösse werden durch den Erdhalbmesser, diesen als Einheit genommen, angegeben. Es scheint uns deutlich zu sein, dass die Gradmessungen sowohl als die Bestimmung der Abplattung, mit viel weniger Mühe und Schwierigkeiten auf dem grossen Ocean als auf dem Festlande gemacht werden können, und dass man so auch richtigere Resultate erhält, indem die Abplattung eigentlich durch die Wässer deutlich angegeben ist, welche auch zugleich eine regelmässige Figur annehmen. Die Richtung und Geschwindigkeit eines Schiffes sind genau angebbar, astronomische und Pendelbeobachtungen an verschiedenen Stationen completiren die Messungen.

Bei den Bestimmungen der Erdgrösse und Figur durch Messung kommt weder ihre Dichte noch ihre Anziehung in Betracht, auch haben die Dimensionen der Erde mit der Zeitbestimmung nichts gemein.

Das Pendel aber und seine Bewegungsphänomene sind Functionen, ja Producte der combinirten Erdgrösse, Dichte und Zeit; woraus deutlich hervorgeht, dass die Bedeutung des Pendels eine viel höhere ist, als jene, welche man ihm durch das Suchen nach Coincidenz beilegt. Wir sagen, dass unter den bis jetzt bekannten irdischen Erscheinungen die Pendelbewegung allein geeignet ist, uns über die Erdanziehung Begriffe zu geben, aus welchen wir dann weitere Schlüsse über die Attraction im Allgemeinen machen können. Das Pendel bietet somit einen Anhaltspunct, es bildet eine Grundlage der Anschauung, welche bei den bisherigen Ansichten und Ideen über Attraction nicht wahrnehmbar ist.

[31.] Die gesammte astronomische Theorie stützt sich auf Copernik's Satz „die Planeten kreisen um den Sonnenmittelpunct.“ So lange die Sonne fix war, konnte es wohl Niemandem einfallen daran zu denken, dass eine Circulation auch auf eine andere Art stattfinden könnte. Durch die sich bewegende Sonne ist es klar geworden, dass eine Circulation um das Centrum eine Unmöglichkeit ist, und dennoch hat sich bis heute noch kein Astronom gefunden, der dies erkennt, keiner der nicht des festen Glaubens ist, dass die Planeten in geschlossenen Bahnen kreisen. Fragen wir die heutigen Astronomen, wie und auf welche Art sich das System Copernik's mit der Sonnenbewegung verträgt? so ist ihre Antwort: „man muss die Sonne in Bezug auf ihr System als ruhend betrachten,“ das heisst mit andern Worten, die Sonne mag sich bewegen wie sie will, für die Astronomen ist sie fix.

Die Schleuder musste sich erhalten, da sie sich aber viel zu schnell bewegt, ihre Geschwindigkeit mit der Entfernung (mit ihrer Länge) zunimmt, so musste man auf Mittel bedacht sein, die Planetenbewegung darnach zu reguliren. Mit dem Satz „die Attraction bringt Bewegung hervor,“ glaubte man dem Uebel abgeholfen zu haben; je grösser die Anziehung, desto grösser die Geschwindigkeit, sagt die Theorie; da nun die

Digitized by Google

Schleuderzeit sich wie die Quadratwurzel ihrer Länge verhält, muss sich die Attraction abschwächen wie das Quadrat der Entfernung zunimmt. Der flagrante Widerspruch ist aber durch das Pendel dargethan, nach diesem nämlich ist die virtuelle Geschwindigkeit um so kleiner, je grösser die Anziehung ist.

Je weiter ein Planet von der Sonne, desto geringer ist seine Geschwindigkeit, woraus dann folgt, dass die Anziehung mit der Entfernung zunimmt.

Mit der Circulation um das Centrum war die Grösse der Bahn gegeben, ihr Halbmesser oder halbe grosse Axe ist die Entfernung des Planeten von der Sonne; es ist das Maximum der Bahngrösse, das Maximum der Geschwindigkeit, es ist die Schleuder deren Faden möglichst gespannt ist, doch aber nicht reisst. Mit der Bahngrösse hatte man sich demnach nicht weiter zu befassen, und es handelte sich blos um das Verhältniss zwischen den durch die Beobachtungen bekannten Umlaufszeiten und den unbekannten Entfernungen zu *bestimmen*, was auch Kepler gelungen ist; denn kein Astronom zweifelt daran, dass sein drittes Gesetz nicht vom Himmel selbst octroyirt wurde. Wir haben gesehen, in welche Confusion die Theorie mit den Umlaufszeiten gerathen ist, ja gerathen musste, indem es im Himmel weder Bahnen noch Umlaufszeiten nach den aufgestellten Begriffen gibt. Ist aber selbst nach diesen Begriffen die Umlaufszeit nicht genau angegeben, so ist die Entfernung noch weniger gekannt. Genug, die Quadrate der Umlaufszeiten verhalten sich wie die Würfel und die Raumgeschwindigkeiten umgekehrt wie die Quadratwurzeln der Entfernungen, und es werden Ziffern und Zahlen aufgestellt, aus welchen der Calcul alle Arten von evidenten Resultaten herausbringt, von denen der gute Himmel nicht die geringste Kenntniss hat.

Seine Himmelsmechanik hat sich der Mensch selbst gemacht. Die Sonnenbewegung hat uns darauf aufmerksam gemacht, dass überhaupt keine geschlossenen Bahnen möglich sind, und folglich die Bahnhalbmesser der Planeten nicht ihre Sonnenfernen sein können. Die Frage der Bahnen, ihre Ausdehnung und Figur sind somit in den Vordergrund getreten; die Studien sind in dieser Richtung zu beginnen.

Wir haben gefunden, dass bei einer gegebenen Distanz eine unendliche Menge von verschiedenen Bahngrössen oder Halbmessern mit derselben Umlaufszeit möglich ist, und die Analogie zwischen der Planetenbewegung und jener des kreisenden Pendels hat sich von selbst herausgestellt. Dieses Pendel kann Kreise beschreiben, deren Radius von Null an bis zur Grösse seiner Länge wächst, ohne die Dauer seines Umschwunges zu ändern, und seine Bewegung ist eine gleichförmige. Die Grösse seiner Geschwindigkeit hängt von der Grösse der impulsiven Kraft ab. Wird während seiner Circulation dieses Pendel im Raume versetzt,

das heisst, bewegt sich sein Aufhängepunct, so verwandeln sich seine Kreise in Spirale, deren Figur von der Richtung der Bewegung und deren Längenausdehnung von der Geschwindigkeit abhängt, mit welcher es im Raume fortgeführt wird.

Die Grösse der Erdbahn, dachten wir, muss durch ein Phänomen angezeigt sein, welches die Erdbewegung abspiegelt, und in der That geschieht dies sehr deutlich durch die Sonnendeclination. Dieser Andeutung folgend, haben wir die beobachteten Declinationen einiger Planeten in Betracht gezogen und durch dieselbe, obwohl wir nur nach den theoretischen Entfernungen uns richteten, die Bestätigung der gefundenen Erdbewegung erhalten. Aus diesen Betrachtungen geht es deutlich hervor, dass die Grösse einer Planetenbahn, durch eine ursprüngliche Impulsion, durch eine Kraft bestimmt wurde, welche im Verhältniss der Geschwindigkeit des Planeten, also auch seiner Masse ist.

Je grösser die auf das kreisende Pendel verwendete Impulsivkraft ist, einen desto grösseren Kreis beschreibt es; das Maximum der Kraft ist durch seinen grössten Kreis repräsentirt, dessen Radius gleich seiner Länge ist; dieser ist der Zustand der Schleuder, der Circulation „um den Mittelpunct." Ist die Länge des Pendels und der Radius seines beschriebenen Kreises bekannt, so ist auch die Geschwindigkeit seiner Bewegung gegeben, welche wie wir wissen, bei derselben Zeitdauer sich wie der Radius verhält. Dieses Pendel, dessen Faden Kegel beschreibt, deren Winkelgrösse der Durchmesser seines Kreises (Basis) vorstellt, dient uns zur Versinnlichung der Planetenbewegung.

Es geht aus allen Betrachtungen hervor, dass die Planeten sich nicht mit derselben Geschwindigkeit im Raume bewegen, dass diese mit ihrer Entfernung von der Sonne abnimmt, dass somit auch die Winkel ihrer Kegel, also ihre Declination, obwohl sie nahe in denselben Grenzen eingeschlossen zu sein scheinen, dennoch verschieden erscheint. Man kann hieraus schliessen, dass die ursprüngliche Impulsivkraft nicht für alle Planeten dieselbe, sondern verschieden war.

[32.] Aus unseren Betrachtungen und Studien geht hervor, dass man von der Erdanziehung keine reellen und correcten Notionen, keine positiven Kenntnisse besitzt, und dass selbst die wenigen beobachteten Phänomene, welche grösstentheils durch mit Maschinen und Instrumenten gemachten Experimente hervorgebracht werden, nicht wohl begriffen, falsch und verkehrt aufgefasst sind. Der Leser kann somit selbst beurtheilen, welchen Werth die Anwendung irriger Begriffe auf den Himmel und seine Mechanik und überhaupt auf die Universalanziehung haben könne? Gleichzeitig wird der Leser bemerken, welch beträchtliche Geduld man haben müsse, um sich einen Weg zu bahnen durch die wahrhaft dichte Masse von verworrenen Ideen — die einen drolliger als die andern

Digitized by Google

— welche über die Attraction angehäuft sind; welche Selbstverläugnung dazu gehört, um so oft, wiederholt bis zum a, b, c des Urtheils und des Raisonnements zurückzukehren und so, gewisse Gelehrte — die Einen voll unbändigen Eifers, die Andern blasirt — zur Ordnung zu rufen. In der That gibt es wenig cohärente Ideen über die Anziehung, welche eine ernste Beachtung verdienen, noch weniger sind Urtheile und Schlüsse in dem theoretischen Theil der Astronomie zu finden, welche den Gedanken beurkunden. Ziehen wir nochmals in Kürze zusammen die mit der Erdanziehung verbundenen Capitalfragen.

a) Man ist bei der Idee stehen geblieben, dass die Attraction gleich einer jeden andern Kraft ist, dass sie spontan agirt, Bewegung erzeugt. Diese Idee wurde — ohne frühere oder spätere Prüfung, ohne ernste Studien — direct in den Himmel versetzt, und es ist die Sonnenanziehung, welche die Planeten in Bewegung setzt, ihre Geschwindigkeit erzeugt; es sind die Planeten die ihre Satelliten kreisen machen. Diese Idee ist aus dem Fall der Körper gezogen, aus ihm ging der Schluss hervor, dass die Planeten ganz auf die Art gegen den Sonnenmittelpunct, die Monde gegen das Centrum ihres Planeten fallen, wie der Stein auf der Erdoberfläche fällt.

Alle auf der Erde beobachteten Phänomene beweisen im Gegentheil, dass die Attraction mit keiner andern bekannten Kraft verglichen werden kann, und dass sie keine impulsive, Bewegung erzeugende Kraft ist, ganz umgekehrt aber jede Bewegung aufzuheben trachtet. In Bezug auf die Action der Kräfte, wenn diese im Allgemeinen *centrale* genannt werden, scheint die Attraction gleichfalls vom Centrum aus zu wirken; d. h. sie geht vom Mittelpunct einer Sphäre nach allen Richtungen aus, im Gegensatz aber zu jenen Kräften, deren Wirkung durch die Ausdehnung, durch Verbreitung vorgehet; sie wirkt nämlich collectiv, sie führt und concentrirt die active Kraft *gegen, in* das Centrum.

Die ursprüngliche Idee Newton's, nach welcher „dieselbe Kraft den Mond in seiner Bahn *erhält*, welche den Stein auf der Erde fallen macht," hat sich alsbald auf die Universalgravitation ausgedehnt. Dieses Genie hat wohl begriffen, dass in der Natur eine immense Kraft vorhanden sein müsse, welche die Stabilität des Weltalls gewährleistet; seine grosse Idee aber wurde durch die Anwendung irriger Begriffe und falscher Auslegungen verdorben.

Der fallende Körper *vereinigt* sich mit der Erdmasse und der Mond wird in seiner Bahn *zurückgehalten*. Man musste somit die Action der Kraft verändern, man musste sie vermindern, abschwächen, und die Idee über das Quadratgesetz hat sich formulirt. Wenn aber der Mond gar nicht, nicht einmal im Verhältniss der verminderten Kraft fällt, sondern vom Falle gehindert wird, so ist die Action der *Schwere* auf

ihn nicht mehr dieselbe, welche den Stein zum Falle bringt, sie ist eine conträre.

Um rechnen zu können, stellt man den Satz auf, dass die Beschleunigung der Geschwindigkeit nach der ersten und dann nach jeder folgenden Fallsecunde 9·8088 Metres ist; diese Zahl soll die Totalaction der *Erdschwere* auf die Masseneinheit sein. Wir haben gesehen, dass diese erworbene oder zugewachsene Geschwindigkeit auf jeder Höhe, auf jedem Punct der Erdoberfläche verschieden ist, und dass z. B. wenn der Erdradius die doppelte Länge hätte, die nach der ersten Fallsecunde erworbene Geschwindigkeit — bei dieser Höhe — 11184·2 Metres, also 1140mal grösser als gegenwärtig sein würde. Wenn man demnach aus Vorliebe für die Zahl 9·8088 dabei stehen bleibt, so will man wahrscheinlich dadurch beweisen, dass die auf den Mond ausgeübte Erdanziehung durch einen Körper bestimmt wird, der von der Höhe von 4·9044 Metres in Paris auf die Erde fällt. Dieselbe Fallhöhe und Breite der Erde entscheiden über die Sonnenmasse.

Sagt man, dass die totale Erdanziehung auf die Einheit der Masse, sich auf ihrer Oberfläche und zwar auf ihre eigenen Theile selbst äussert, und durch den Fall von 9·8088 Metres ausgedrückt ist, so sollte man auch sagen, was man unter der constanten Action derselben Kraft, auf die Masseneinheit bei verschiedenen Entfernungen verstehet? Die Erdanziehung vergrössert sich mit der Distanz, ist dies dieselbe Kraft? Ein von der Höhe von 10000 Metres fallender Körper erhält nach der ersten Secunde eine Acceleration von 442·6 Metres, ist dies dieselbe Action auf die Masseneinheit? Was geht nun in den grösseren Distanzen vor, und warum erkennt man dieses Phänomen nicht als ein Gesetz?

b) Attribut der Materie, ist die Anziehung der Masse proportional. Welcher Masse, muss man hier fragen, der anziehenden oder der angezogenen? Ist die Resultante die Summe oder die Differenz der gegenseitigen Anziehung? An den beobachtbaren und beobachteten Phänomenen entdeckt man nicht das geringste Zeichen, man bemerkt keine ähnliche Manifestation der Anziehung. Eine Idee, obwohl sie gut zu sein scheint, bleibt dennoch nur eine Idee; diese da ist für die Vernunft annehmbar denn, ist es die Materie welche die Kraft repräsentirt, so ist die Quantität der einen gleich der Quantität der anderen. Die drei Arten von Experimenten über den Fall der Körper, jene von Cavendish und mit dem Pendel, geben über diese Frage keinen Aufschluss.

c) Der ersten Idee Newton's nach ist das Wesen der Universalanziehung folgends formulirt. „Jedes Theilchen der Materie des Universums ziehet jedes andere Theilchen an, mit einer Kraft, welche der Masse des *anziehenden* Theilchens direct, und umgekehrt wie das Quadrat der Distanz zwischen ihnen proportional ist.“ Nun heisst es, diese allgemeine und

abstracte Definition ist auf die Erde und den Mond nicht anwendbar, da diese grossen Körper keine Partikel sind; man muss somit bestimmen, mit welcher Kraft eine solide Masse gegebener Figur eine andere ähnliche Masse anziehen wird? Dieses Problem — sagen die Autoren — ist ein rein dynamisches und in seiner Allgemeinheit ein ausserordentlich schwieriges; glücklicherweise aber — in Bezug auf menschliche Kenntniss — ist eine directe Auflösung leicht, wenn der anziehende und angezogene Körper Sphären sind."

„Newton hat gezeigt, dass in diesem Falle die Attraction genau die„selbe ist, als würde die Gesammtmasse einer jeden Sphäre in ihrem „Mittelpuncte vereinigt sein, d. h. die Sphäre selbst ist ein Partikel, das „sich im Centrum befindet, somit das allgemeine Gesetz im strengen Sinne „des Wortes hier anwendbar ist. Ferner hat Newton bewiesen, dass unter „dem Einfluss einer attractiven Kraft, welche zwei sphärische gegen ein„ander gravitirende Körper wechselseitig urgirt, beide Körper, wenn sie „sich in ihrer gegenseitigen Nachbarschaft bewegen, in gegen einander con„cave Bahnen abgeleitet werden und einer um den anderen als fix be„trachtet oder beide um einen gemeinschaftlichen Schwerpunct Curven „beschreiben, deren Form durch jene Figuren bezeichnet ist, welche in der „Geometrie unter dem allgemeinen Namen der Kegelschnitte bekannt „sind etc. Sind die Himmelskörper nicht vollkommene Sphären, so ist die „Anziehung nicht mehr central, sie versetzt sich nach der Figur des „Körpers etc."

Würde die Erde eine Sphäre und ihre Attraction central sein, so müsste das Pendel auf allen Puncten ihrer Oberfläche gleichartig oscilliren, da dies nicht der Fall ist, so ist die Attraction nicht central. Man sagt aber in den Büchern, dass die Erde mit ihrer Totalkraft auf die Einheit der Masse — also auch auf das Pendel — einwirkt; wäre dies der Fall, so müsste das Pendel überall dieselbe Quantität von Oscillationen geben, denn die Totalkraft ist überall die Totalkraft, sowohl am Aequator als an den Polen.

Das Pendel beweiset somit, dass die Erdanziehung weder central noch total, sondern partiell und local ist, seine Bewegung zeigt, dass die Anziehung sich auf jenen Erdradius bezieht, der verlängert den angezogenen Körper trifft, folglich nur jene Erdmasse auf denselben einwirkt, welche in der Richtung des Radius agglomerirt ist.

Wendet man dieses Factum auf die Universalanziehung an, so muss man alles das umstürzen, aboliren, was heute noch über die eingebildete Action dieser unbegreiflichen Kraft gelehrt wird.

d) Man glaubt ernstlich und lehrt es, dass im Allgemeinen alle Himmelskörper auf einander gegenseitig einwirken und dass insbesondere die kleinsten Planeten, die kleinsten Satelliten der Planeten eben so ihre

Anziehung auf die Sonne ausüben, als diese auf sie einwirkt. Die Folge davon ist nach Newton's Principien, dass die Sonne gegen jeden Körper ihres Systems in eine concave Bahn abgeleitet wird. Dies ist wohl der abenteuerlichste Begriff unter allen den von der Theorie aufgestellten, er erscheint lächerlich bei der Präcession und bei der Nutation.

Macht sich ein kleiner Körper an einen grossen, um diesen an sich zu ziehen, so thut er dies auf seine Gefahr, bewegt sich der grosse nicht, so muss wohl der kleine sich entschliessen auf ihn zu fallen.

Wie konnte man überhaupt zur Idee gelangen, dass die im Raume sich frei bewegenden Weltkörper sich gegenseitig so anziehen können, als würden sie fix sein? Die Leichtigkeit, die Schnelligkeit ihrer Bewegung ist ein Beweis ihrer Freiheit, wie kann man sich nun vorstellen, dass diese Körper während ihres Fluges auf einander einwirken, um sich gegenseitig zu stören (perturbiren), um ihre respectiven Bahnen zu ändern, um sich zu nähern und dann wieder von einander zu entfernen. Der Mond z. B. folgt der schnell voran eilenden Erde; glaubt man an die Möglichkeit, dass er auf sie eine merkliche Action ausüben könne, während er ihr nachläuft? Die zwei monströsen Theorien der Präcession und der Nutation sind würdige Vorläufer der Theorie der Fluthen.

Auf der Erde kennt man kein Phänomen der wechselseitigen Anziehung, das Endresultat des Contactes zweier Körper verschiedener Masse aber ist, dass der kleinere sich dem grösseren anschliesst, während dieser sich zu bewegen gar nicht bemüht.

e) Das umgekehrte Verhalten der Anziehung zum Quadrate der Entfernung ist weniger als eine Idee, es ist die Frucht der Phantasie, entlehnt aus missverstandenen Phänomenen anderer Natur.

Die der Sonne näheren Planeten bewegen sich schneller, ihre Bahnen sind kleiner, je entfernter von der Sonne desto länger ist die Revolutionsdauer eines Planeten, desto geringer seine Geschwindigkeit. Dieses Factum scheint die Idee zu unterstützen, dass die Anziehung mit der Ferne abnimmt, denn man hat sich ja schon eingebildet, dass sie die Bewegung erzeugt und je stärker sie wird, desto grösser auch die erzeugte Geschwindigkeit sein müsse.

Die Attractionsgesetze gründen sich auf den Fall der Körper und auf die Oscillationen des Pendels; unglücklicherweise — in Bezug auf menschliche Kenntniss — lehrt der Fall, dass je grösser die Distanz von der Erdoberfläche desto grösser wird die Fallgeschwindigkeit, desto schneller fällt der Körper und man im legislativen Style sagen sollte: „die Schwere wächst wie die Höhe.“ Wir haben somit aus den Experimenten, aus dem Raisonnement und aus den Gesetzen gelernt, dass „die Schwere zunimmt wie die Quadratwurzel der Distanz“ und „die Attraction abnimmt wie das Quadrat der Distanz.“ Das Pendel seinerseits lehrt uns, dass „je stärker die Anziehung desto geringer die Geschwindigkeit.“

Digitized by Google

Manche Autoren bemühen sich mit einer gewissen Emphase hervorzuheben, wie Newton sich dagegen verwahrt hat, „dass man aus den Namen „Schwere oder Schwerkraft, Gravitations- oder Attractionskraft, auf die „innere Natur dieser Kraft Folgerungen ziehen möchte; nicht dieses uns „unbekannte innere Wesen derselben, sondern die Gesetze ihrer Wirkungen sind es, welche Newton aus einem einzigen obersten Principe folgerecht entwickelte und welche fortan die Grundlage der Astronomie ausmachen, ein mehreres bedarf es nicht."

Wüssten wir nicht, dass die Astronomen „bona fide" sich an die Gesetze Newton's halten, so müssten wir in Bezug auf die citirten Worte fragen, wer soll hier mystificirt werden? Die innere oder die äussere Natur? Was soll eine Kraft ausser ihrer Wirkung noch für eine Natur haben? Was kann noch mehr eine innere Natur sein, als die Art ihrer Einwirkung? Was bleibt von der Natur der Schwere-, Anziehungs- und Gravitationskraft noch unbekannt, wenn die Gesetze ihrer Action schon aufgestellt sind? Kennt man das Innerste des Inneren, so muss man wohl das Innere selbst schon kennen; es muss sich demnach hier um das Aeussere der inneren Natur dieser Kraft handeln und es frägt sich, kann sie nicht als ein chemisches Product betrachtet werden, hat sie vielleicht eine eigene Figur, ist sie crystallisirt, hat sie eine eigene, noch unbekannte Farbe oder einen eigenthümlichen Geruch und Geschmack, welche noch herauszurechnen sind?

Es scheint aber aus der Theorie der „Gravitationskraft" hervorzugehen, dass es gar nicht nöthig ist, weder die äussere noch innere Natur einer Naturkraft zu kennen, um die Gesetze ihrer Natur aufzustellen, dass es überflüssig ist die Art der Action selbst zu kennen — welche sich ohnehin nicht beobachten lässt — um ein höchstes Princip festzustellen, aus welchem dann alles Uebrige sich consequent entwickeln lässt. Das Endresultat der hyperbolischen Anschauung scheint somit evident zu sein, dass Newton die Natur der Action der Schwerkraft weder der Natur abgelauscht, noch entdeckt, noch errathen, sondern ein Princip aufgestellt hat, aus welchem er seine Gesetze entwickelte. Dass er diese consequenten Gesetze selbst umgeworfen hat und durch weiter entwickelte Rechnungsmethoden auch den Beweis lieferte, dass die Attraction und Schwere nicht dasselbe sein können, indem die erstere nicht den Massen proportional wirkt: dass Gravitationskraft ein Ausdruck ohne Sinn ist, kann wohl Jedermann bemerken, denn eben so gut könnte man ihr — wie so viele verschiedene Kräfte — noch z. B. die Gleichgewichtskraft hinzufügen.

Erinnern wir uns an die inhaltsschweren Worte von Laplace, welche er bei Gelegenheit ausspricht, als er Clairaut's Ansinnen, die Attractionsgesetze abzuändern, erwähnt, „man soll, sagt er, das Gesetz der Attrac„tion nur im höchsten Nothfall compliciren; aber die Ignoranz, in welcher „wir über die Natur dieser Kraft sind, erlaubt es nicht uns mit Bestimmt-

„heit über die Einfachheit ihres Ausdruckes auszusprechen.“ (Méc. cél. V. p. 355).

Derselbe geistvolle Gelehrte, der grösste der grossen Geometer der Neuzeit, unterlässt nicht stets zu wiederholen, „dass die ganze Astronomie auf die Gesetze der Schwere zu gründen ist, dass die Attraction allein hinreicht, um alle Himmelsphänomene zu expliciren, dass das System von Copernik durch diese Gesetze und durch die Analyse sich auf den höchsten Grad der Einfachheit und der Gewissheit erhoben hat“ etc. So hat sich demnach die Ignoranz explicirt, Ignoranz, in welcher wir über die Natur der Anziehung sind!

Luft und Licht ist es, wonach die Wissenschaft lechzt. So gering auch das menschliche Wissen überhaupt ist, so fordert die Vernunft dennoch, dass auch dieses Wenige auf correcte Begriffe gestützt sei, sich dem Gedanken nicht feindlich entgegen stelle.

DAS SONNENSYSTEM

NACH DEN ELEMENTARBEGRIFFEN.

Die sich bewegende Sonne hat uns gelehrt, wie das System Copernik's, die Gesetze Kepler's und Newton's die Wissenschaft paralysirt, ihrer weiteren Entwicklung ein Ende gemacht haben. Durch die unbedingte Annahme derselben hat das Studium der Himmelsphänomene aufgehört, die falschen Begriffe haben sich consolidirt, die Naturerscheinungen konnten nicht verstanden, die einfachsten Thatsachen mussten verkehrt aufgefasst werden. Verkehrte Begriffe aber können zu keinen vernünftigen Resultaten führen.

[1.] Die wichtigsten Elemente des Sonnensystems sind aus der Entfernung der Erde von und aus ihrer relativen Stellung zu der Sonne abgeleitet, woraus deutlich erscheint, dass das Haupt- oder Grundelement der astronomischen Bestimmungen die Sonnenferne ist. So sind z. B. die Entfernungen der Planeten von der Sonne und von der Erde aus der Entfernung dieser Erde nach dem dritten Gesetz Kepler's berechnet, die Sonnenferne aber ist nicht bekannt und die Astronomie nicht im Stande die Richtigkeit jenes Gesetzes nachzuweisen.

Im Allgemeinen, ist eine Grösse bekannt und zu dieser das Verhältniss einer anderen Grösse gegeben, so ist auch diese bekannt. Ist demnach das dritte Gesetz richtig, so hätte Kepler die Sonnenferne alsogleich und direct aus dem Verhältniss der Umlaufszeit zur Entfernung angeben können. Dies konnte er eben so wenig als die heutigen Astronomen, die genöthigt sind diese Ferne auf einem mühsamen Weg durch Beobachtungen zu suchen, deren Zartheit eine genaue Bestimmung kaum zulässt. Indem nun die Sonnendistanz bereits annähernd gekannt und wie die Bücher sagen, so genau *bestimmt* ist, dass der Fehler 100000 (deutsche) Meilen nicht übersteigen kann, so müsste aus dieser genauen Bestimmung wieder die Richtigkeit des Kepler'schen Gesetzes hervorgehen; auch dies ist nicht der Fall und es scheint, dass der Würfel mit dem Quadrate sich nicht paaren will, was jedoch nicht hindert, dass man mit ihnen rechnen könne.

Hätte sich Kepler die Frage gestellt: ist in der Natur ein wahrnehmbares Verhältniss zwischen Zeit und Raum da und

welches? so hätte er sich darnach zu halten gehabt. Zu seiner Zeit aber haben Fall der Körper und Pendel noch nicht bewiesen, dass ein Verhältniss und zwar ein quadratisches in der That da ist, ohne ein cubisches Element zu enthalten, welches — nach der Geometrie — in die Ebenen, Flächen, Linien erster Ordnung etc. nicht eintritt.

Weder Kepler's Gesetz, noch die astronomischen Bestimmungen nehmen auf die Attraction Rücksicht, welche doch offenbar auf das Verhältniss zwischen Umlaufszeit und Entfernung den grössten Einfluss haben muss. So wie sie formulirt sind, führen die Attractionsgesetze Newton's zur Erkenntniss der Grösse dieses Einflusses nicht.

Das Verhältniss zwischen Zeit und Raum gibt die Bewegung an, welche durch die Einwirkung einer Kraft auf die Materie hervorgebracht ist. Auf der Erde sind zwei Phänomene beobachtbar, welche den Zusammenhang der Elemente, Zeit, Raum, Bewegung, Materie und Kraft andeuten, Fall der Körper und Pendelschwingung. Die Theorie hat dem ersteren den Vorzug gegeben und den letzteren sogar als dessen Corollar betrachtet; sie sagt: „der von dem frei fallenden Körper in einer Zeitsecunde durchgelaufene Linearraum ist die Längeneinheit, welche der constanten Erdanziehung entspricht;“ sie sagt ferner: „dass die Acceleration des Falles die Constante der Schwerkraft auf der Erdoberfläche ist.“ Ist dies wirklich so, so muss der Fallraum einer Secunde als natürliche Einheit des Maasses die Bestimmung der Sonnenferne herbeiführen. Es hat sich gezeigt, dass die Theorie dieses Maass nicht auf die Entfernung selbst, sondern auf die Attraction angewendet hat, die falschen Begriffe, nach welchen die Anziehung Bewegung hervorbringt, selbe beschleunigt und nach dem Quadratgesetze abnimmt, führten die uns bekannten Resultate herbei.

[2.] Die nähere Prüfung der Pendelbewegung hat uns zur Erkenntniss geführt, dass sie einzig und allein sowohl über den Zusammenhang der erwähnten Elemente als auch insbesondere über die Einwirkung der Erdanziehung auf die Theile ihrer Materie Aufklärung gibt; um aber zu dieser Erkenntniss zu gelangen, hatten wir vorerst die verkehrten Begriffe zu corrigiren.

Die Dauer der Bewegung z. B. hat man mit ihrer Grösse (Quantität oder Geschwindigkeit) vermengt, ohne zu bedenken, dass in derselben Zeitdauer eine undendliche Menge von verschiedenen Geschwindigkeiten enthalten sein könne, welche von der Grösse der impulsiven Kraft abhängen. Eine kürzere Oscillationsdauer des Pendels hat man als eine grössere Geschwindigkeit der Bewegung, also der Thatsache entgegengesetzt, betrachtet. Der falsche Begriff, dass eine grössere Anziehung die Geschwindigkeit vergrössert, liess nicht zu, dass man das einfache Phänomen der

Digitized by Google

Pendelbewegung begreife, man musste den aufgestellten Gesetzen gemäss die Thatsache verläugnen und sich an die verkehrten Ideen halten. Wir haben gesehen, wie Herschel die Schleuder schwingen lässt und welche Schlüsse er aus dem Phänomen zieht: „nachdem eine Schleuder von der Länge der Mondesferne die Umschwungsdauer hat, welche in der siderischen Umlaufszeit des Mondes 60 mal enthalten ist, so ist ihre Geschwindigkeit 60 mal grösser als jene des Mondes und die Erdanziehung hat sich in der Mondesdistanz 3600 mal vermindert, damit der Satellit um seinen Planeten kreisen könne!“

Es muss wohl für Jedermann klar sein, dass ein angezogener Körper in seiner freien Bewegung eben im Verhältniss der Anziehung gehindert, gehemmt ist; die Wirkung ist gleich jener der grösseren Belastung, des grösseren Widerstandes, Reibung etc. Hat man ausgesprochen, dass mit der Abnahme der Sonnenanziehung ein Planet sich von ihr entfernen, also freier und schneller sich bewegen würde; hat man gesagt, dass auf der Sonne, ihrer grossen Anziehung wegen, der Mensch seinem Gewichte erliegen würde, sich gar nicht bewegen könnte, so kann man nicht zugleich sagen, dass die Attraction die Bewegung erleichtert, sie beschleunigt. Diese Art grober Widersprüche sollte in einer Wissenschaft nicht vorkommen.

Das Pendel hat uns gelehrt, dass die Erdanziehung auf ihrer Oberfläche sich in der Richtung ihres Halbmessers äussert und sie diesem direct proportional ist, so wie die Oscillationsdauer des Pendels sich direct wie die Erdanziehung verhält. Ferner gibt das Secundenpendel das natürliche Längenmaass, die Einheit dieses Maasses ist seine Länge. Ein näheres Eingehen in das Wesen dieser einfachen Naturerscheinung hat uns erkenntlich gemacht, dass das gewöhnliche oscillirende Pendel gleich lang ist mit einem kreisenden Pendel von zwei Secunden, somit das eigentliche Secundenpendel 4 mal kürzer ist als das gewöhnlich gebräuchliche. Auf den ersten Anblick scheint dieser Umstand von keiner Bedeutung zu sein, da es gleich ist, ob man mit ganzen Secunden und der Länge $= 1$, oder mit halben Secunden und der Länge $= 1/4$ rechnet; wir werden aber sogleich sehen, dass hier ein wesentlicher Umstand ist, welcher die fraglichen Halbmesser mit der halben Umlaufs- oder Umschwungszeit in Verbindung bringt, auch ist hiedurch in den Zahlen ein gewisser Einklang gesetzt, indem die Zahlen 2 und 10 mit ihren vielfachen und geraden Potenzen sich überall zeigen. Wir haben somit, wenn wir die Umschwungsdauer U und die Länge des Pendels oder der Schleuder L nennen, anstatt $U^2 = L$, $(1/2\,U)^2 = L$, woraus $2\sqrt{L} = U$ und $L = U^2 : 4$ hervor-

geht. Dies vorausgesetzt, können wir auf die Beziehungen zwischen Umlaufszeit der Erde und ihrer Sonnenferne übergehen.

Die Umlaufszeit der Erde, das tropische Jahr ist in Secunden ausgedrückt gleich 31,556929″, also $\frac{1}{2}U = 15{,}778464''5$. Das Quadrat der $\frac{1}{2}U$ stellt somit eine aus Pendeln zusammengesetzte Länge L vor, deren Umschwungsdauer das Jahr, also $2\sqrt{(\frac{1}{2}U)^2} = U$ ist.

Nehmen wir den Halbmesser der sphärisch gedachten Erde wie dieser angegeben ist mit 1591·5495 Meilen zu 4000 Metres an; die Länge des ihm zugehörigen Secundenpendels — wie wir näher sehen werden — ist = 0·993053 Metres; die Meile enthält somit 4027·984 dieser Pendel und der in selbe verwandelte Erdradius R ist = 6,410735 Pendellängen.

Lässt man nun R schwingen, so ist seine Umschwungsdauer $2\sqrt{R} = 5063''886$. Diese Zahl ist im Jahre 6231·76mal enthalten; nennen wir diese Zahl a, so ist $a^2R = (\frac{1}{2}U)^2$. Dieser Ausdruck aber ist ein allgemeiner, welche immer die Länge des geschwungenen Pendels ist, denn es ist stets $(U : 2\sqrt{L})^2 \times L = U^2 : 4$. Es sei z. B. L eine Million, so ist ihre doppelte Wurzel 2000″ im Jahre 15778·46mal enthalten; das Quadrat dieser Zahl ein Millionenmal genommen ist wohl $(\frac{1}{2}U)^2$.

Die durch den Erdradius gegebene Zahl a hat aber auch eine andere Bedeutung; 4fach genommen ist sie = 24927·05 und gibt alsogleich die Sonnendistanz D in Erdhalbmessern an; es ist $4ar = D = 39{,}672620$ Meilen. Der vierte Theil von a ist = 1557·94; diese Zahl gibt an, dass das Pendel, dessen Umschwungsdauer das Jahr ist, eben 1557·94mal länger als die Sonnendistanz d. h. $1557{\cdot}94\,D = (\frac{1}{2}U)^2$ ist. Die Quadratwurzel von $\frac{1}{4}a$ ist = 39·47076; diese Zahl zeigt an, dass die Umschwungsdauer eines Pendels von der Länge der Sonnendistanz 39·47076mal kürzer als das Jahr ist. Dividirt man $(\frac{1}{2}U)^2$ durch $\frac{1}{4}a$, oder $\frac{1}{2}U$ durch $\sqrt{\frac{1}{4}a}$, so erhält man D in Pendellängen ausgedrückt, welche durch die Division mit 4027·984 auf Meilen reducirt werden.

In dem Quadrate der halben Umlaufszeit der Erde sind 61807,600000 Meilen enthalten; theilt man diese durch 1557·94, so erhält man 39,672620 Meilen; verwandelt man diese in Pendel und lässt sie schwingen, so findet man $2\sqrt{D} = 2\sqrt{4aR} = 799501''6$, welche im Jahre 39·47076mal enthalten ist, somit $U : 2\sqrt{D} = 39{\cdot}47076 = \sqrt{\frac{1}{4}a}$.

Durch den Erdhalbmesser erhält man somit eine Sonnenferne, welche um 1,442124 Meilen grösser als die heute angegebene ist. Wir sehen, dass die Zahl 39·47076 und ihr Quadrat das Verhältniss zwischen der Erd- und der Sonnenanziehung an-

Digitized by Google

gibt. Betrachten wir, welches Resultat die heute mit 38,230496 Meilen angegebene Sonnendistanz gibt. Sie ist in den Meilen des $^1/_2 U^2$ 1616·711mal enthalten; die Wurzel dieser Zahl ist 40·20835. Die Umschwungsdauer eines Pendels von der Länge dieser Sonnenferne würde demnach 40·20835mal kürzer als das Jahr sein; die Sonnenanziehung würde sich vergrössern. Da nun diese zwei Beispiele nicht übereinstimmen, haben wir die Zahl der halben Umlaufszeit näher zu betrachten. Ihre Quadratwurzel ist = 3972·2120, sie enthält wichtige Dinge. Vor Allem zeigt sie an, dass jede Secunde der Umlaufszeit einen Linearraum vorstellt, welcher aus 3972·2120 Einheiten besteht, welche wieder nur die Pendellänge repräsentiren. Nennen wir diesen aus 4000 Pendellängen bestehenden Linearraum die natürliche Meile, so ist die dem Radius der sphärischen Erde entsprechende Pendellänge = 3972·212 durch 4000 getheilt = 0·9930527 Metres und der Meter = 1·006996 Pendellängen; die natürliche Meile ist somit = 3972·212 Metres oder = 0·9930527 Meilen zu 4000 Metres.

Theilt man die halbe Umlaufszeit durch den 10000sten Theil ihrer Wurzel, oder nimmt man diese Wurzel 10000mal, so erhält man in beiden Fällen die Zahl 39.722120, welche die Sonnendistanz in natürlichen Meilen ausgedrückt vorstellt. Es ist somit

$$\sqrt{^1/_2 U} \times 10^4 = D \text{ und } D^2 : 10^8 = {}^1/_2 U.$$

In Meilen von 4000 Metres ausgedrückt ist $D = 39{,}446150$, also um 226470 Meilen kleiner als die durch den Erdhalbmesser erhaltene Sonnenferne, woraus wir folgern können, dass wir den Erdradius früher zu gross angenommen haben: wir haben somit jenen aufzuzuchen, welcher den gefundenen Zahlen entspricht. Wir wissen, dass $Dr = (^1/_2 U)^2$ ist, wenn D und U gleichnamig, entweder in Pendellängen oder Meilen ausgedrückt sind, woraus $r = (^1/_2 U)^2 : D = 1577{\cdot}8464$. Ferner ist $D : r = 25174{\cdot}9$ und $25174{\cdot}9 \times r = D$. In der Sonnenferne sind somit 25174·9 Erdradien enthalten. Auch ist 10^8 oder 100,000000 getheilt durch $\sqrt{^1/_2 U} = 25174{\cdot}9$. In Metres ausgedrückt ist der Erdradius = 6,267540; theilt man durch diese Zahl $(^1/_2 U)^2$, so erscheint die Sonnenferne mit 39,722120 natürlichen Meilen. In Pendellängen ausgedrückt ist der Erdradius = 6,311400. Lässt man diese zwei Erdradien schwingen, so erhält man für den in Metres ausgedrückten Halbmesser die Schwingungsdauer von 5007″01, woraus $a = 6302{\cdot}55$ wird; im zweiten Falle ist die Schwingungsdauer = 5024·495 und $a' = 6280{\cdot}61$. Diese beiden Zahlen verhalten sich genau wie 4 zu 5. Nun ist $a^2 = 39.722121$ und $a'^2 = 39{,}446150$: es ist somit $(^1/_2 U)^2 : 6{,}311400 =$ der Sonnenferne in Meilen zu 4000 Metres.

Der Erdhalbmesser ist daher der 10000ste Theil der halben Umlaufszeit und seine Wurzel ist = 39·7221, ein Milliontel der Sonnenferne, welche aus 160000 Millionen Pendellängen besteht. Die irdische Pendellänge ist eine Raummeile geworden, der himmlische Raum hat sich 4000fach ausgedehnt.

[3.] In gewöhnlichen Meilen ist der Erdhalbmesser r = 1566·88447, also um 24·665 Meilen kürzer als wir ihn annahmen. Man kann hierauf bemerken, dass die Erdmessungen, wie sie mit der grösstmöglichsten Genauigkeit bewerkstelligt wurden, diese grosse Differenz nicht enthalten können. Wir sagen, dass die Zahl, welche aus der Umlaufszeit hervorgeht, kein Beweis ist, dass die Messungen unrichtig sind; bedenken wir aber alle jene Umstände, welche mit der Riesenarbeit in Verbindung sind, so müssen wir sagen, dass der Unterschied uns nicht zu gross erscheint. Sei nun die durch die Messungen erhaltene Erdgrösse welche immer, so können diese Zahlenverhältnisse, welche aus der Umlaufszeit hervorgehen, sich nicht ändern; sie sind invariabel diese Zahlen, sie kennen *das Mittel* nicht.

Uns scheint es, als würde die Sonnenanziehung auf eine Sphäre oder ihren Mittelpunct einwirken, deren Halbmesser durch die Zahl 1577·84645 ausgedrückt ist. Kennen wir die Länge des diesem Radius entsprechenden Secundenpendels, so können wir daraus die Dimensionen der Erde als Sphäroid ableiten.

Die Anzahl der Schwingungen desselben Pendels während 24 Stunden kann nicht auf allen Theilen der Erdoberfläche gezählt werden; jene an den Polen ist somit eine berechnete: sie wird verschieden, von 223″ bis 247″ Differenz angegeben. Setzen wir den Fall, dass das Pendel am Pol genau um 236″555 Oscillationen mehr macht als am Aequator, so folgt, dass es hier die mittlere, am Pole die Sternzeit angibt, woraus eine Abplattung von einem 365·24222stel hervorgeht. Der Erdhalbmesser verhält sich wie die Oscillationsdauer desselben Pendels; 86636″555 : 86400 = 1·002738, folglich ist der Aequatorialradius 1,002738mal grösser als die halbe Polaraxe. Theilt man den Erdhalbmesser von 6,267540 Metres durch die Tageanzahl des Jahres = 365·24222, so erhält man 17159·95 Metres als Differenz zwischen den beiden Radien.

Man nimmt gewöhnlich an, dass die Axe der sphärisch gedachten Erde das Mittel (oder die halbe Summe) zwischen der grossen und kleinen Axe ist; dies ist nicht der Fall, der Natur der Abplattung nach vergrössert sich die Aequatorialaxe bedeutender als die Polaraxe — durch das Eindrücken — sich vermindert; das Verhältniss ist nahe wie 1·6 zu 1; der sphärische Halbmesser fällt demnach dem Pole näher als dem Aequator.

Digitized by Google

Die Längen der Secundenpendel auf den verschiedenen Puncten der Erdoberfläche verhalten sich umgekehrt wie die Quadrate ihrer Oscillationsdauer: es ist somit das Secundenpendel am Pole 1·005485mal länger als jenes am Aequator; ist die Länge hier = 0·990340 Metres, so ist jene am Pole = 0·995772 Metres. Aus den Pendeln folgt, dass die halbe Aequatorialaxe um 10510 Metres grösser, die halbe Polaraxe um 6650 Metres kleiner ist als der Halbmesser der sphärischen Erde. Wir haben demnach:

Halbe grosse Axe =	6,378050 Metres	oder	1569·5125 Meilen à 4000 Metres
Erdradius =	6,367540 „	„	1566·8845 „
Halbe kleine Axe =	6,360890 „	„	1565·2225 „
Differenz =	17160 Metres =		4·2900 Meilen.

Die halbe Sonnenferne in Erdradien ist = 12587·45, die Wurzel dieser Zahl 112·1938 gibt das Verhältniss zwischen den Radien der Erde und der Sonne an. Hieraus folgt: Sonnenhalbmesser = 177024·6 natürliche Meilen, also Durchmesser = 354049·2 Meilen. Erde und Sonne sind kleiner geworden. Die Erdferne ist somit in Sonnenhalbmessern = 224·3876; die Parallaxe der Sonne = 8″19327 und ihr scheinbarer Halbmesser = 15′19″2345.

Ist die halbe Aequatorialaxe = 6,278050 Metres, so ist der Umfang des Erdäquators gleichfalls in Metres = 39,446150 und in Pendellängen = 39,722121. Die Peripherie der Erde 4000mal genommen ist die Sonnenferne; 10000mal aber der Umkreis des Erdspiralringes. Auf jeden Grad des Aequators entfallen 109572·3 Metres, also um 1538·8 Metres weniger als gegenwärtig angenommen ist. Die Rotationsgeschwindigkeit eines Aequatorpunctes ist = 456·5528 Metres in der Secunde.

[4.] Wir sehen, dass indem die Erde die Körper mit ihrem Radius anzieht, sie von der Sonne wie die Quadratwurzel ihres Radius angezogen wird. Indem sich nun Erdhalbmesser und Pendellänge auf eine Sphäre beziehen, scheint die Erde als eine solche, nicht aber als eine abgeplattete Kugel von der Sonne angezogen zu sein.

Ein Pendel, dessen Länge = 1577·846 ist, hat eine Oscillationsdauer von 39″722: soll es Secunden geben, so muss es 1577·85mal verkürzt, es muss = 1 werden. Das Pendel von der Länge = 1 wird unter einer 39·722mal grösseren Anziehung eine eben so vielmal längere Oscillationsdauer haben, und vermindert sich die Anziehung 39·722mal, so wird das Pendel = 1 in jeder Secunde 39·722 Oscillationen vollbringen. Das irdische Secundenpendel auf die Sonne versetzt wird somit eine Oscillationsdauer von 39″722 haben, woraus folgt, dass die Länge des Secunden-

pendels auf der Sonne 1577·846mal kleiner als auf der Erde, sie ist 0·9930529 : 1577·846 = 0·000629372 Metres oder = 0·63 Millimetres.

In diese Pendellängen verwandelt hat der Erdradius eine Umschwungsdauer von 198884″5, welche im Jahre 158·666mal enthalten ist; das Quadrat dieser Zahl a ist $a^2 = 25174{\cdot}9$, also $a^2 r = D$ die Sonnenferne in Erdradien. Verwandelt man auf gleiche Art den Sonnenhalbmesser in diese Pendel, so ist die Umschwungszeit desselben = 1.053332″, somit ist $a = 14{\cdot}97954$. $a^2 = 224{\cdot}3876$ und $a^2 R = D$ die Erdferne in Sonnenhalbmessern.

Nehmen wir an, dass die Rotationsdauer der Sonne 27·3 Tage ist, so besteht das Jahr aus 13·3788 Sonnentagen; eine Sonnensecunde ist = 27·3 Erdsecunden und die halbe Umlaufszeit der Erde ist = 577966 Sonnensecunden.

Ein Pendel, dessen Oscillationsdauer 27·3 irdische Secunden hat, ist = 745·29 lang; indem das Pendel auf der Sonne 1577·8-mal kürzer ist, so ist dieses Pendel, welches Sonnensecunden gibt, noch immer 2·11709mal kürzer als das irdische Secundenpendel. Das Quadrat von 577966″ soll nun die Anzahl der Sonnenpendel vorstellen, deren Länge die Oscillationsdauer des Jahres hat, zugleich aber die Erdferne in diesen Pendeln ausdrücken.

Verwandelt man den Sonnenhalbmesser in diese Pendellängen und theilt durch ihn das Quadrat der halben Umschwungszeit, so findet man die Zahl 224·3876, die in der Erdferne enthaltenen Sonnenradien.

Während die Dimensionen der Erde und der Sonne sich vermindert haben, hat ihre Entfernung zugenommen: somit hat sich der Schattenkegel der Erde verändert.

Das Verhältniss zwischen der Distanz der Sonne und der halben Umlaufszeit der Erde ist $D : \frac{1}{2}U = 2{\cdot}51749$. Diese Zahl mit π multiplicirt gibt 7·908926 natürliche Meilen oder 31415·92 Metres als absolute Geschwindigkeit der Erde in der Zeitsecunde. welche, wie wir wissen, jene der Sonne enthält.

Dieses Verhältniss zwischen D und $\frac{1}{2}U$ ist aber auch zugleich das Verhältniss zwischen D und BH, dem Bahnhalbmesser der Erde oder ihres Spiralringes. Dieser Radius ist hier durch die halbe Umlaufszeit selbst repräsentirt, woraus folgt, dass $BH : \frac{1}{2}U = 1$ ist, und dass die eigene Geschwindigkeit der Erde die Zahl π selbst in natürlichen Meilen gibt: sie ist 3·14154 Meilen = 12479·06 Metres oder = 12566·37 Pendellängen.

Nach den Beobachtungen aus einer grösseren Parallaxe, einer kleineren Distanz und aus der gegebenen Schiefe der Ecliptik, haben wir die Verhältnisszahl von 2·442622 gefunden, aus welcher ein grösserer Bahnhalbmesser der Erde hervorgeht. Bewegt

Digitized by Google

sich die Erde unter einem Winkel, welcher der Sonne als $46^0\,54'\,48''$ erscheint, so ist der Sinus der Ecliptikschiefe = 0·398055, woraus ein Bahnhalbmesser von 15,811600 nat. Meilen folgt. Der Zahl 0·39722, als Sinus eines Winkels betrachtet, entspricht der Winkel von $23^0\,24'\,17''$. Aus der Umlaufszeit folgt somit eine Schiefe, welche um $3'\,7''$ kleiner als die beobachtete ist.

Nun sehen wir was die Ecliptikschiefe bedeutet. Nimmt sie beständig ab, so nimmt auch der Halbmesser der Erdspirale ab, und mit diesem die Geschwindigkeit der Erde. Soll diese Schiefe um drei Grade abnehmen, so hat der Bahnhalbmesser der Erde um nahe 2 Millionen Meilen, und ihre Geschwindigkeit um 1500 Metres in der Secunde abgenommen. Ueberhaupt zieht jede Abnahme der Schiefe von einer Minute eine Abnahme des BH von über 10000 Meilen nach sich. Dass diese Abnahme des Winkels und mit ihm des Bahnhalbmessers weder die Sonnenferne noch die Umlaufszeit ändert, wird uns sogleich deutlicher werden; nimmt er aber in der Realität ab, so ist es nicht einzusehen, wie er wieder zunehmen soll?

Die Circulationsgeschwindigkeit der Erde und jene eines Aequatorpunctes in Rotation ist im Verhältniss 12566·37 : 459·747 = 27·3302. Zwischen der Translationsgeschwindigkeit ist dieses Verhältniss 68·8112. Der Rotationspunct beschreibt somit während des Jahres 3,652422 Meilen, dies ist wohl der 27·33. Theil von 100 Millionen Meilen.

Der Tagbogen der Erde ist = 3548″ 331; eine Bogensecunde erfordert somit 24·3495 Zeitsecunden und repräsentist den Linearraum von 192·534 Meilen der Translation.

[5.] Aus dem Zusammenhange aller dieser Zahlen und Grössen geht die Wahrscheinlichkeit hervor, dass die Sonnenferne sich verhält wie die Wurzel der halben Erdumlaufszeit. Speciell ist diese Distanz die 10000fache Quadratwurzel von $^1/_2 U$, und der hundertste Theil dieser Wurzel zugleich die Wurzel des Erdhalbmessers, repräsentirt als Index, die auf die Erde ausgeübte Sonnenanziehung; dieser Index ein Millionenmal genommen gibt die Sonnenferne, aus welcher dann folgt $D^2 : 10^8 = {}^1/_2 U$.

Indem die übrigen Planeten unter derselben Sonnenattraction circuliren, so ist es rationell anzunehmen, dass ihre Umlaufszeiten in demselben Verhältniss zu ihren Distanzen stehen; ist dies in der That der Fall, so haben die bisherigen „Bestimmungen“ keinen Werth, das dritte Gesetz Kepler's ist annullirt und die aufgestellten Sätze müssen modificirt werden.

Durch das natürliche Verhältniss zwischen Zeit und Raum werden die Planeten der Erde bedeutend näher gebracht, ihre angenommenen Dimensionen viel kleiner, die Ausdehnung des be-

Digitized by Google

kannten Sonnensystems auf zwei Fünftel reducirt. So z. B. kommt Venus, deren Entfernung die kleinste Differenz zeigt, dennoch um 3 Millionen Meilen der Erde näher, woraus dann ersichtlich wird, dass man bei der Bestimmung der Parallaxe bisher keinen sicheren Anhaltspunct hatte. Es ist mehr als wahrscheinlich, dass man durch die directen Beobachtungen keine so kleinen Parallaxen und Halbmesser finden wird als jene sind, welche aus den Umlaufszeiten hervorgehen; der Grund davon ist, dass der Mensch am Himmel die Realität nicht beobachten kann. Würden auch nicht so viele *Nebenumstände* auf die Beobachtungen einfliessen, so ist doch die nicht zu beseitigende Atmosphäre da, deren vergrössernde Eigenschaft wir erkannt haben. Diese Vergrösserung, welche ohne Ausnahme alle Beobachtungen afficirt, scheint im Verhältniss mit der Entfernung zu sein, das heisst je näher die Objecte der Erde, desto grösser erscheinen sie. Das Verhältniss dieser Vergrösserung kann nur auf einem indirecten Weg annähernd gefunden werden.

Ist der Zusammenhang der Distanz mit der Umlaufszeit durch ihr Verhältniss gegeben, so kann man sich erklären, wie und welche Umlaufszeit einer gegebenen Entfernung und umgekehrt, diese jener entspricht. Der Ort an welchem sich der Planet befindet, entscheidet über die Dauer seines Umschwunges, so wie seine Revolutivperiode seine Entfernung bestimmt. Für alle Planeten nämlich ist $D = 10^3 \sqrt{1/2 U}$ und $D^2 : 10^8 = 1/2 U$. Der Index der Anziehung ist $D : 10^6 = \sqrt{1/2 U} : 10^2$ oder was dasselbe ist, der hundertste Theil der Quadratwurzel seiner halben Umlaufszeit.

Die wichtigste Lehre, welche aus dem Verhältniss zwischen Bewegung und ihrer Dauer und zwischen dem Raum hervorgeht, bezieht sich auf die Anziehung, welche die Sonne auf die Körper ihres Systems ausübt. Sagen wir, dass die Attraction sich wie die Entfernung verhält, so ist dies nach unseren Begriffen so viel, als würde sie mit der Distanz ab- und zunehmen; die Begriffe aber müssen sich verhalten, wie die Naturerscheinungen.

Als die Bewegung der Sonne sich beurkundete, war von einer Abnahme der Anziehung mit der Distanz ohnehin keine Rede mehr; jedem Denker musste es klar werden, dass die ihr System mit sich führende Sonne alle zu ihr gehörigen Körper auf dieselbe Art, also gleichartig anziehen müsse, welche immer ihre Entfernung ist. Stellt es sich nun heraus, dass die Sonnenanziehung wie die Distanz ist, so lässt uns dieser Umstand in das sublime Wesen dieser grossen Naturkraft einen Blick werfen; denn wir haben zu erkennen, dass, um ihr System beisammen zu halten, die Sonne auf die Körper einen um so grösseren Einfluss ausübt, je weiter diese von ihr abstehen. Nach einer trivialen Anschauung könnte man sagen, auf einen Körper der sich in der Nähe befindet, ist es

Digitized by Google

nicht nöthig eine grosse Kraft anzuwenden etc. Die Folge einer stärkeren Anziehung ist die Vergrösserung der Umschwungsdauer, die Verminderung der Geschwindigkeit; durch die verminderte Anziehung erhalten die Körper eine freiere Bewegung und ihre Umlaufszeit nimmt ab. Je näher der Körper der Sonne, desto freier seine Bewegung, desto kürzer seine Umschwungsdauer.

Wenn wir nun durch den Index der Anziehung diese gleichsam numerisch bezeichnen, so wollen wir dadurch die hier obwaltenden Verhältnisse im Auge behalten, denn die Anziehung nimmt weder ab noch zu, so wie eine Masse nicht zu- oder abnimmt; sie ist so wie dies die Entfernung bedingt. Wir haben gesehen, dass die Erdanziehung sich wie die Umschwungsdauer verhält; ist die Oscillationsdauer des Pendels 10fach, so wächst seine Länge 100fach und die Erdanziehung bleibt der Schwingungsdauer proportional; derselbe Umstand zeigt sich bei dem Fall der Körper, auch hier ist der durchlaufene Raum gleich dem Quadrate der Falldauer und die Erdanziehung ist in jeder Distanz, bei jeder Dauer dieselbe, d. i. gleich dieser Dauer.

Ist die Sonnenanziehung wie die Distanz, so fällt der Begriff ihrer Proportionalität mit den Massen weg. In der That sehen wir, dass die Grössen der Planeten mit ihrer Distanz in keinem angebbaren Verhältniss stehen; gross oder klein kann somit ein Weltkörper in jeder Distanz von der Sonne circuliren, seiner Distanz aber entspricht eine bestimmte Umlaufszeit.

Unter der Erdanziehung verhalten sich die Längen (Distanzen) wie die Quadrate der Umschwungsdauern, unter der Sonnenanziehung wie die Quadratwurzeln der Umlaufszeiten. Würde die Sonnenattraction für alle Planeten denselben Index haben, so würden sich die Entfernungen verhalten wie die Umlaufszeiten; würde die Anziehung sich verhalten wie die Revolutionsdauer, so würden alle Planeten in dieselbe Sonnenferne geführt werden.

Indem der Index ein Milliontel der Entfernung ist, so können wir sagen, dass die Distanz von einer Million Meilen die Einheit der Sonnenanziehung repräsentirt. Unter dieser Einheit — welche aus 5·64842 Sonnenhalbmessern besteht — würde ein Weltkörper die Entfernung von einer Million nat. Meilen und die Umlaufszeit von 20000″ haben. Einer Entfernung von 10 Millionen Meilen entspricht der Index 10 und eine Umlaufszeit von 2 Millionen Secunden, oder 23·2015 Tagen. So entspricht einer Umlaufszeit von 40 Tagen die Entfernung von 13,145340 Meilen. Des kleinen Planeten „Maximiliana“ Entfernung ist nahe 109 Millionen Meilen, wäre sie genau diese, so würde seine Umlaufszeit = 2.10^8 Secunden, oder 2321·122 Tage sein, sie ist um 460000″ oder um 5·323 Tage kürzer.

Unter der Sonnenanziehung verhalten sich somit die Umschwungsdauern wie die Quadrate der Entfernungen, unter der Erdanziehung wie die Quadratwurzeln der Längen. Es ist der Uebergang von der Wurzel auf das Quadrat. So z. B. ist Saturn von der Sonne 5·4244mal ferner als die Erde, seine Revolutionsdauer ist $(5{\cdot}4244)^2 = 29{\cdot}424$mal grösser.

[6.] Das Verhältniss der Bahngrössen (Spiralringe), welche offenbar von der Eigengeschwindigkeit der Planeten abhängen, gibt weder die Umlaufszeit noch die Entfernung. Wenn wir uns vorstellen, dass die Weltkörper ihre Geschwindigkeit durch eine primitive Impulsion erhalten haben, so kann diese — der Kraft proportional — welche Grösse immer haben, ohne dass Entfernung und Umlaufszeit sich darnach ändern. Es ist indessen mehr als wahrscheinlich, dass auch die Geschwindigkeiten durch die Sonnenanziehung so geregelt sind, dass sie und somit auch die Bahngrössen in einem harmonischen Verhältnisse mit den Entfernungen sind.

Wir fanden, dass die Bahngrössen durch die Winkel gegeben sind, unter welchen sich die Planeten — von der Sonne aus gesehen — bewegen, und dass die Hälfte dieses Winkels die Sonnendeclination oder die sogenannte Schiefe der Ecliptik ist. Bei der Erde ist das Verhältniss zwischen Distanz und Bahnhalbmesser durch $D : {}^1/_2 U$ angezeigt, er ist gleich der in Secunden ausgedrückten halben Umlaufszeit. Sagen wir nun, dass bei allen Planeten dasselbe Verhältniss besteht, so setzen wir voraus, dass sie sich alle unter demselben Winkel bewegen, in welchem Falle ihre Bahnen sich wie ihre Entfernungen verhalten.

Wir haben gefunden, dass Mercur und Venus unter einem grösseren Winkel als die Erde sich bewegen, dass somit diese Winkel mit der Entfernung abnehmen, die Proportionalität der Abnahme aber konnte aus den bisherigen Beobachtungen nicht abgeleitet werden. Setzen wir voraus, dass diese Abnahme im umgekehrten Verhältniss der Distanzzunahme ist, so haben wir auch vorausgesetzt, dass bei jedem Planeten der Winkel durch $D : {}^1/_2 U$ gegeben ist, der zugleich ihre Geschwindigkeit vorstellt. In diesem Falle, in welchem D sinus ${}^1/_2$ Winkel, den Bahnhalbmesser geben soll, sind sich alle Bahnen an Grösse gleich, und die Geschwindigkeiten verhalten sich wie die Umlaufszeiten.

Eine Zunahme der Winkel mit der Entfernung ist nicht annehmbar, entweder sind sie gleich gross, oder sie nehmen ab. Aus unseren Annäherungen scheint es hervorzugehen, dass diese Abnahme sich umgekehrt verhält wie die Quadratwurzeln der Entfernungen; in diesem Falle würden sich Geschwindigkeiten und Bahngrössen direct wie die 4. Wurzeln der Tagbogen, umgekehrt

Digitized by Google

wie die 4. Wurzeln der Umlaufszeiten, also gleichfalls umgekehrt wie die Quadratwurzeln der Entfernungen verhalten.

Dass die Geschwindigkeiten unter allen Umständen wie $D : U$, oder $BII : U$ der durchlaufene Raum stets das Product zwischen Zeit und Geschwindigkeit ist, bedarf keines weiteren Erweises; die Bestimmung der Winkel ist Sache der Beobachtung, und das nähere Studium über die kleinen Planeten wird zu interessanten Resultaten führen.

Die Verhältnisse zwischen Tagbogen, Umlaufszeiten und Entfernungen haben wir für einige Planeten hier zusammengestellt. Es ist natürlich, dass wir auf die siderischen Umlaufszeiten der Theorie keine Rücksicht nehmen, da die Revolutionen sich eben so wie die Distanzen auf die Sonne beziehen.

TAGBOGEN, UMSCHWUNGSDAUER UND DISTANZ.

Planet	T Bogensecund.	U In Jahren	½U In Secunden	√½U	D Erde = 1	D Meilen = 1000 Metres
Mercur .	14732″557	0·240516	3,800235	1949·4190	0·4907633	19,358760
Venus . .	5967·806	0·615196	9,706845	3115·5802	0·7843444	30,939370
Erde . .	3548·331	1·000000	15,778464	3972·2110	1·0000000	39,446150
Mars . .	1886·657	1·880750	29,675349	5447·5120	1·3714050	54,096630
Flora . .	1086·216	3·280705	51,543340	7179·3700	1·8112718	71,294920
Maximilia	561·160	6·324270	99,770470	9988·5110	2·5148100	99,191230
Jupiter .	299·267	11·856740	187,081044	13677·7600	3·4433608	135,827320
Saturn . .	120·593	29·424010	464,265650	21546·8450	5·4244000	213,971320
Uran . .	42·371	83·744300	1321,357000	36350·4700	9·1512000	360,980000
Neptun .	21·692	163·574000	2581,006600	50803·6000	12·7897530	504,506500

[7.] Der Mond verlässt die Erde nicht, er durchwandert mit ihr dieselben Räume. Circulirt er um die Erde, so ist seine Entfernung von dieser gleich dem Halbmesser seiner Bahn: in diesem Falle erscheint er als ein kreisendes Pendel. Sprechen wir von der Erd- oder Mondesbahn, so abstrahiren wir sowohl von der Führungsgeschwindigkeit der Sonne, als auch von der durch die beiden Körper beschriebenen Figur und nehmen an, dass die während ihrer Periode beschriebenen 360⁰ einen Kreis, ihre Revolutivcurve vorstellen. Die Umlaufszeit des Mondes von 29·530589 Tagen oder 2,5514429 Secunden ist im Jahre 12·36827 mal enthalten.

Unter der Sonnenanziehung entspricht dieser Umlaufszeit die Entfernung von 11,294800 nat. Meilen, denn, vermindert sich die Umschwungsdauer 12·368 mal, so wird die Entfernung um das $\sqrt{12{\cdot}36827} = 3{\cdot}5168$ fache abnehmen. In diesem Falle ist der Index der Anziehung $39{\cdot}7221 : 3{\cdot}5168 = 11{\cdot}2948 = \sqrt{\frac{1}{2}U} : 10^2$. Soll die Sonnenferne 12·368 fach kleiner werden, so vermindert sich die Umlaufszeit $(12{\cdot}36827)^2 = 152{\cdot}9749$ fach; in diesem Falle ist

die Umlaufszeit von 2·38761 Tagen oder = 206284″5 der Entfernung von 3,211614 Meilen entsprechend. Soll endlich die Distanz 152·9749fach kleiner werden, so muss die Umschwungsdauer $(12{\cdot}36827)^4 = 23401$fach sich vermindern. In diese Distanz zur Sonne kann aber kein Körper kommen.

Aus diesen Vergleichen geht hervor, dass die Umlaufszeit des Mondes nicht durch die Sonnenanziehung bestimmt ist, denn seiner Entfernung entspricht die Jahresdauer; er circulirt somit unter der Erdanziehung, welche den Uebergang von der *Wurzel* auf das *Quadrat* bedingt.

Wir wissen, dass die Umschwungsdauer des in Pendel verwandelten Erdradius = 5007″ ist, in der Mondesumlaufszeit UM sind diese 509·54 mal enthalten. Das Quadrat von 509·54 ist = 259665·5, die Entfernung der Erde von der Sonne durch $(12{\cdot}36827)^2$ getheilt. Wir wissen, dass diese Zahl a^2 mit dem Erdhalbmesser rE multiplicirt, gleich ist dem Quadrate von $\frac{1}{2}UM$. Theilt man diese Zahl durch $\frac{1}{2}UE$, was, wie wir gesehen haben, gleichbedeutend ist mit dem Bahnhalbmesser der Erde BE, so erhält man die Mondesdistanz von der Erde $DM = 103117{\cdot}0$ nat. Meilen. Es ist somit $(\frac{1}{2}UM)^2 : \frac{1}{2}UE = DM = \frac{1}{2}UM : 12{\cdot}36827 = \frac{1}{2}UE \times (\frac{1}{12{\cdot}36827})^2$; ferner ist $\frac{1}{2}UE : DM = 152{\cdot}9749 = (12{\cdot}36827)^2$; $DM : rE = 65{\cdot}3720$, $259665{\cdot}5 : 2{\cdot}51749 = DM$ und $152{\cdot}9749 \times 2{\cdot}51749 = 385{\cdot}1107$.

Die Mondesferne ist somit durch 65.3720 Erdradien ausgedrückt, sie ist in der Sonnenferne 385·11 mal enthalten.

Wir haben erwähnt, dass unter der Sonnenanziehung der Mondesumlaufszeit die Entfernung von 11,294800 Meilen entspricht. Theilt man diese Zahl durch die Mondesferne, so erhält man 109·5043, also $= 10^4 \sqrt{\frac{1}{2}UM} : DM$.

Ein Pendel von der Länge der Mondesdistanz (in Pendel verwandelt) hat die Umschwungsdauer von 40482″72, diese sind in UM 63·02544 mal enthalten. Wir können diese Zahl so betrachten, als würde sie den Index der combinirten Anziehung der Sonne und der Erde auf den Mond vorstellen. Das Quadrat dieser Zahl ist = 3972·21, also die 100fache Wurzel des Erdhalbmessers oder die Wurzel aus $\frac{1}{2}UE$.

In $(\frac{1}{2}UM)^2$ sind 409,071240 nat. Meilen enthalten, theilen wir diese durch $100\sqrt{r}$, so erscheint $DM =$ 103117 Meilen.

[8.] Hat unter der verminderten Erdanziehung die Umschwungsdauer des Pendels 12·368fach abgenommen, so hat sich seine Geschwindigkeit eben so vielfach vermindert und seine Länge sich auf das 152·9749stel reducirt. Hieraus folgt, dass unter der Erdanziehung sowohl die Umlaufszeit als die Geschwindigkeit des Mondes 12·36827fach, sein Bahnhalbmesser aber 152·9749fach

Digitized by Google

abgenommen hat, d. h. Umlaufszeit und Geschwindigkeit des Mondes sind 12·36827 mal, sein Bahnhalbmesser 152·9749 mal kleiner als jener der Erde.

Das Verhältniss zwischen Bahnhalbmesser oder Distanz des Mondes und seiner halben Umlaufszeit ist $BM : \frac{1}{2}UM = 0{\cdot}080852$; bei der Erde fanden wir $BE : \frac{1}{2}UE = 1$, somit verhalten sich die beiden Zahlen wie 12·36827 zu 1. Multiplicirt man die Zahl 0·080852, welche die Geschwindigkeit des Mondes in nat. Meilen vorstellt, mit π und 3972·21, so erhält man 1008·96 Metres als seine eigene Geschwindigkeit in der Secunde.

Während des Jahres beschreibt der Mond 12·36827 seiner Kreise, somit ist sein Tagbogen um so vielmal grösser als jener der Erde. Stellen wir uns vor, der Mond beschreibt nur *einen* Jahreskreis, der aus seinen gegenwärtigen 12·36827 Kreisen besteht, so ist sein Tagbogen wie auch seine Umlaufszeit gleich jener der Erde; sind diese beiden sich gleich, so verhalten sich die Bahngrössen wie die Geschwindigkeiten; da nun jene der Erde 12·36827 mal grösser ist, so folgt, dass auch ihre Bahn um so vielmal grösser sein müsse; diese ist nun $(12{\cdot}36827)^2 = 152{\cdot}9749\ DM$.

Aus diesen Verhältnissen wird es ersichtlich, dass die Mondesdistanz sich nicht auf die Sonnenferne, sondern auf die Bahngrösse der Erde bezieht. Welche Schlüsse können wir hieraus auf die Attraction machen? Erde und Mond sind in derselben Sonnenferne, beiden kommt die Umschwungsdauer eines Jahres zu, denn in der That kreisen beide in jener Bahn, welche der Ferne und dem Jahre entspricht. Der kleinere Mond hat sich aber der grösseren Erde angeschlossen und der Begriff der Anziehung nach den Massen tritt hervor. Die Attraction der Sonne ist auf beide Körper dieselbe, die Erde muss somit auf den Mond eine 12·368mal geringere Kraft als die Sonne äussern, wodurch die Reduction seiner Umlaufszeit, Geschwindigkeit und Bahngrösse hervorgebracht ist. Aus diesem Umstande können wir schliessen, dass, würde die Erde nicht da sein, der Mond ihre Rolle übernehmen und in deren Bahn mit der Erdgeschwindigkeit die Umschwungsperiode des Jahres annehmen würde; denken wir aber die Sonne weg, so haben wir keinen Anhaltspunct mehr; ob der Mond in diesem Falle sich enger an die Erde schmiegen oder in einer grösseren Ferne unter ihrer Anziehung circuliren würde; man kann sich vorstellen, dass die frei gewordene Erde sich im Weltraume so lange fortbewegt, bis sie in die Anziehung eines grösseren Körpers gelangt. Uebrigens ist diese Frage, welche nicht die Erde allein, sondern alle zum Systeme gehörigen Körper betrifft, keine zur Wissenschaft gehörige.

[9.] Aus diesen Zahlenverhältnissen scheint es hervorzugehen, dass die Quadratwurzel der Zahl $12{\cdot}36827 = 3{\cdot}516855$ das Ver-

hältniss des Mondhalbmessers zu jenem der Erde anzeigt. Ist dies der Fall, so ist $rM = 448{\cdot}6526$ Meilen. Die Zahl $259665{\cdot}5$ getheilt durch BM ist $2{\cdot}517$ das Verhältniss zwischen der Sonnenferne und Erdbahn. Theilt man den Halbmesser der Sonne durch $rM = 448{\cdot}6526$, so erhält man die Zahl $394{\cdot}48$, welche nahe den 100000sten Theil der Sonnenferne ausmacht. Der Bahnhalbmesser des Mondes ist $= 229{\cdot}899$ seiner Halbmesser.

Aus $206264''8 : 65{\cdot}37053 = 3155''32$, welche Zahl nahezu ein 10000stel des Jahres ist, geht die Mondesparallaxe von $52'35''32$ und ein scheinbarer Halbmesser von $897''199 = 14'57''199$ hervor.

Wir sehen wie Erde und Mond gegenseitig ihre Elemente angeben, deren Zusammenhang unverkennbar ist. Aus dem Verhältniss zwischen Zeit und Raum geht es aber positiv hervor, dass erstens einer bestimmten Umlaufszeit eine ihr zugehörige Entfernung entspricht, so wie umgekehrt der gegebenen Distanz eine bestimmte Umlaufszeit zugehört; zweitens dass mit der Ab- oder Zunahme der einen die andere proportionell ab- oder zunimmt. Diese zwei Thatsachen können dem Denker nicht entgehen, es folgt aus ihnen unmittelbar, dass ein Weltkörper nicht zwei oder mehrere Umlaufszeiten haben kann, ohne zugleich zwei oder mehrere denselben entsprechende Entfernungen zu haben, dass somit verschiedene Umlaufszeiten für denselben Körper anzunehmen absurd ist.

Eben so absurd ist es *mittlere* Entfernungen anzunehmen, denn es gibt keine *mittleren* Umlaufszeiten. Wenn die Theorie selbst *bestimmt*, wie weit die Sonne von der Erde sein soll, so ist das Suchen nach der Sonnenparallaxe — überflüssig; hat die Theorie die Sonnenferne *bestimmt*, so muss sie darnach die Umlaufszeit der Erde einrichten. Soll z. B. die Sonnendistanz 38,230496 Meilen sein, so besteht das Jahr aus $343{\cdot}07716$ Tagen. Ist hingegen Neptun 30mal ferner von der Sonne als die Erde, so ist seine Umlaufszeit 900 Jahre.

Wenn demnach die Theorie sagt: „die wahre Umlaufszeit des Mondes um die Erde ist die siderische, durch seine synodische Revolution wird er zur Conjunction mit der Sonne, durch seine anomalistische zu demselben Punct seiner Bahn geführt“ etc., so weiss die Theorie nicht was sie sagt; eben so ist sie in Verwirrung in Bezug auf die Erde, nach ihr ist „die wahre Revolutionsdauer der Erde die siderische, durch ihre tropische Umlaufszeit werden die Jahreszeiten bestimmt.“ Mit derlei kindischen Reden verträgt sich die Wissenschaft nicht.

Ist die *wahre* Umlaufszeit des Mondes von $27{\cdot}321661$ Tagen, so beschreibt er während des Jahres *um die Erde* $13{\cdot}36827$ Kreise, sein Tagbogen ist $13{\cdot}36827$mal grösser als jener der Erde, seine

Digitized by Google

Entfernung von ihr oder sein Bahnhalbmesser ist $(13.36827)^2 =$ 178·71 mal kleiner als jener der Erde, er ist = 88291 Meilen = 55·9568 Erdradien, seine Geschwindigkeit ebenfalls 13·36827 mal kleiner als jene der Erde, sie ist 9334·8 Metres in der Secunde; der Mond kommt 13·36827 mal des Jahres mit der Sonne in Conjunction, es ist 13·36827 mal im Jahre Vollmond, er kommt täglich um beiläufig 4 Minuten früher in den Meridian als gegenwärtig etc., lauter Dinge, die nicht existiren.

* * *

Eine Theorie, die kein Princip hat, die Phänomene ignorirt, die Thatsachen verläugnet, das Eingebildete dem Wirklichen vorzieht, eine solche Theorie ist keiner Beachtung werth.

Die herrliche Wissenschaft aber, deren erhabener Gegenstand allein des armen Menschen Geist zu entfesseln vermag, die Astronomie hat eine Zukunft, wenn nämlich das, was man *Menschheit* zu nennen pflegt, überhaupt eine Zukunft hat.

Jene, die sich berufen fühlen, die Naturerscheinungen ernstlich zu studieren, können an das Werk gehen:

DER HIMMEL IST NICHT GESCHLOSSEN

UND

DIE SONNE IST EINE SICHERE FÜHRERIN.

INHALT.

Seite

Vorwort 1

Beobachtung und Wissenschaft, als Einleitung 5

Copernik's System. Ptolomäus und Tycho. Das Wesen des Systems von Copernik 54

Kepler's Gesetze. Anwendung derselben 69

Newton's Attractionsgesetze. System und Gesetze im Verein 81

Das System und die Theorie. Die Hauptphänomene der Erdbewegung. Die Illusion des Urtheils. Hipparch's Hypothese. Die Hauptphänomene und der Beobachter. Die Bedeutung dieser Hauptphänomene. Die Jahreszeiten und die Sonne. Die Hauptphänomene und das System. Die geschlossenen Bahnen. Die Cometen. Die Kegelschnitte. Bewegung der Weltkörper. Die Figur der Bahnen. Die Cycloide und Epicycloide. Fundamentalsätze der Bewegung 104

Die zwei Einheiten der Zeit. Die mittlere Zeit. Die zwei Umlaufszeiten der Erde. Dauer der Rotation. Des Mondes Rotation und Revolution. Prüfende Beobachtung. Die Bewegung der Erde. Die Wirkung der Fatalität 195

Die beiden Uhren 280

Die Atmosphäre und das Licht. Unsere Vision. Die astronomische Refraction. Die Geschwindigkeit des Lichtes. Der Halbschatten. Das aschgraue Licht. Was ist ein Comet? Die Theorie der Aberration. Die hohe Bedeutung der Beobachtungen Bradley's. Das Licht als ein Product. Note: die veritable Lichtgeschwindigkeit 293

Attraction und Bewegung. Theorie der Perturbation. Laplace. Die Theorie der Präcession: ihre Ergänzung. Die Theorie der Nutation. Der Calcul als Wahrsager. Theorie der Fluthen. Uebersicht der Attractionstheorie. Der Ether 357

Die Sonne. Die Folgen ihrer Bewegung. Das Bild des Sonnensystems. Rotation der Sonne. Parallaxe und Entfernung. Ihre Masse. Die Störungen. Ueberblick 467

Die Erde und ihre Bewegung. Ihre Bahn. Die Ecliptikconfusion. Die Figur des Sonnensystems. Die Mercursbahn. Allgemeine Bewegung der Planeten. Die Mondesbewegung und die Theorie. Schiefe der Ecliptik. Die Fabrication des Sonnensystems 531

Die Eclipsen 630

Digitized by Google

Seite

Die Sternbeobachtung. Allgemeine Bewegung der Sterne. Die Präcession, Aberration und Nutation näher betrachtet. Die jährliche Parallaxe der Fixsterne. Richtung der Sonnenbewegung. Die Centralsonne oder Gruppe. Die ganz neue Stellarastronomie. Copernik's System und die modernen Astronomen. Das astronomische *Wissen* 641

Die Elementarbegriffe als Fundamente der Wissenschaft. Zeit, Raum, Materie, Bewegung, Kraft. Orientirung und Perspective. Rotation und Translation. Die Anziehung der Erde. Fall der Körper. Das Pendel 713

Das Sonnensystem nach den Elementarbegriffen 900

Tafel von 147 regelmässig beobachteten Sternen.

Druck von Carl Ueberreuter in Wien.

Digitized by Google

Acme
Bookbinding Co., Inc.
100 Cambridge St.
Charlestown, MA 02129

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google